المساحة المستوية

وتطبيقاتها فى الزراعة

دكتور

السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة - الشاطبى - جامعة الأسكندرية

الناشر

مكتبة بستان المعرفة

لطبع ونشر وتوزيع الكتب

اسم الكتاب: المساحة المستوية وتطبيقاتها فى الزراعة

اسم المؤلف: د/ السعيد رمضان العشرى

رقم الإيداع بدار الكتب والوثائق المصرية: ٨٩١٨ /٢٠٠٠

الترقيم الدولى: I.S.B.N 977 - 6015 - 03 - 4

الطبعة: الأولى

التجهيزات الفنية: كمبيوتر *2000* ☎: ٠٤٥/٢١٥٩٦٥

الطبع: دار الجامعيين للطباعة والتجليد الاسكندرية ☎: ٠٣/٤٨٦٢٠٠٤

الناشر: بستان المعرفة

كفر الدوار - الحدائق - ٦٧ ش الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين

تليفون:٠٤٥/٢٢٤٢٢٨ & ٠١٢٣٥٣٤٨١٤

بسم الله الرحمن الرحيم

"رب اشرح لى صدرى ويسر لى أمرى وأحلل العقدة من لسانى يفقهوا قولى"

صدق الله العظيم

المساحة المستوية

وتطبيقاتها فى الزراعة

مقدمة

المساحة المستوية (Plane Surveying) هى التى تختص بأعمال المساحات الصغيرة وتهمل فيها كروية الأرض على أساس أن سطح الأرض مستوى فى المنطقة المراد رفعها وعلى هذا الأساس يمكن العمل فى المساحات المستوية فى منطقة تصل مساحتها الى ٢٥٠ كم^{٢} بدون أخطاء تذكر نتيجة أهمال كروية الأرض.

وتنقسم المساحة المستوية الى قسمين: الأول يعرف المساحة الطبوغرافية والغرض منها إنشاء ورسم الخرائط للمناطق الكبيرة نسبيا مع بيان ما تحويها من معالم طبيعية وصناعية والأرتفاعات والإنخفاضات عن سطح الأرض وذلك على هيئة خطوط كنتور أما القسم الثانى والذى يعرف بالمساحة المستوية التفريدية (التفصيلية) فالغرض منها هو رسم وإنشاء خرائط تفصيلية لأجزاء من الخرائط الطبوغرافية وذلك بمقياس رسم أكبر بغرض إظهار التفاصيل والحدود للملكيات الزراعية والمبانى.

وإيمانا منا بأهمية توفير كتاب عن المساحة المستوية وتطبيقاته فى مجال الزراعة عملنا على إعداد هذا الكتاب ليكون عونا لأعزائنا طلبة كليات الجامعات والمعاهد العليا والمشتغلين فى مجال الأعمال المساحية. وقد جاء الكتاب كحصيلة تدريس مادة المساحة فى كليات الزراعة وفى المعاهد المتخصصة بالإضافة إلى الخبرة العملية فى ممارسة أعمال المساحة. وقد تم التركيز على كل من النواحى النظرية والتطبيقات الميدانية.

ولا يفوتنى هنا أن أتقدم بعظيم الشكر والتقدير إلى أساتذى الأفاضل الذين تعلمت على أيديهم وكانت لمؤلفاتهم ولما قدموه من عون أكبر الأثر على إنجاز هذا الكتاب بهذه الصورة. وكلى أمل فى أن أكون قد وفقت فى جمع وترتيب المادة العلمية حتى يصبح الكتاب بمثابة إضافة مفيدة للمكتبة العلمية العربية وأننى أرحب بأى اقتراحات من قبل الزملاء العاملين فى هذا المجال حتى يمكن الأخذ بها فى الإصدارات المستقبلية إن شاء الله ونأمل فى النهاية أن يحقق هذا الكتاب هدفه ويلقى قبول وتقدير أساتذى الأفاضل والزملاء الأعزاء وأبنائى الطلبة.

والله ولى التوفيق

دكتور

السعيد رمضان العشرى

الباب الأول

المساحة بالجنزير

Chain Surveying

الباب الأول

المساحة بالجنزير

Chain Surveying

١-١- مقدمة:

تستخدم المساحة بالجنزير كأحد أنواع المساحة المستوية لرفع المساحات الصغيرة المكشوفة القليلة الإرتفاعات والإنخفاضات وهى أرخص وأسهل الطرق ولقد سميت بالمساحة بالجنزير لأن الجنزير كان هو الآلة الوحيدة المستعملة قديما وبقيت هذه التسمية إلى الآن رغم وجود أجهزة مساحية أخرى أدق وأحدث منه.

١-٢- وحدات القياس:

فى البداية لابد من التعرف على وحدات القياس المختلفة وما يهمنا فى علم المساحة هى الوحدات المستخدمة فى قياس الأطوال والمساحات وكذلك وحدات الحجوم.

هناك ثلاثة أنظمة معروفة فى العالم للوحدات وهى:-

النظام الإنجليزى The British System of Units

النظام الفرنسى "المترى" The Metric System of Units

النظام العالمى The International System of Units "SI"

ولكل من النظام الإنجليزى والنظام المترى وحدات للتعبير عن الكميات الهندسية المختلفة. وتختلف قيمة هذه الوحدات من نظام الى آخر. ولكن لتبسيط هذه الوحدات ولسهولة فهمها بين دول العالم المختلفة تم الاتفاق على استخدام نظام موحد لهذه الوحدات ويسمى بالنظام العالمى. ولا يختلف النظام العالمى عن النظام الفرنسى أو المترى فى بعض الوحدات. وفيما يلى وحدات الأطوال المختلفة والوحدات المشتقة منها والعلاقة بين تلك الوحدات بالإضافة الى بعض الوحدات القديمة والتى مازالت تستخدم فى الأعمال

المساحية بجمهورية مصر العربية وكذلك الوحدات التى تستخدم فى بعض الدول العربية.

أ- وحدات الأطوال:

النظام المترى (الفرنسى):

كيلو متر = ١٠٠٠ متر
متـــر = ١٠ ديسمتر = ١٠٠ سنتيمتر = ١٠٠٠ ملليمتر

النظام الإنجليزى:

ميل = ١٧٦٠ ياردة
ياردة = ٣ أقدام
قدم = ١٢ بوصة

النظام العالمى:

المتر = ١٠٠٠ سم

ويوضح الجدول الآتى معاملات التحويل بين وحدات الطول

	بوصه	قدم	ياردة	مم	متر	كيلومتر
١ بوصة =	١	٠,٠٨٣٣٣	٠,٠٢٧٧٨	٢٥,٤	٠,٠٢٥٤	$٢٥,٤ \times ١٠^{-٦}$
١ قـدم =	١٢	١	,٣٣٣٣	٣٠٤,٨	٠,٣٠٤٨	$٣٠٤,٨ \times ١٠^{-٦}$
١ ياردة =	٣٦	٣	١	٩١٤,٤	٠,٩١٤٤	$٩١٤,٤ \times ١٠^{-٦}$
١مـم =	٠,٠٣٩٣٧	٣٢٢٦٠×١٠^{-٦}	١٠٩٤×١٠^{-٦}	١	٠,٠٠١	$١٠^{-٦}$
١ متـــر=	٣٩,٣٧	٣,٢٨١	١,٠٩٤	١٠٠٠	١	٠,٠٠١
١كيلومتر=	٣٩٣٧٠	٣٢٨١	١٠٩٤	$١٠^{٦}$	$١٠^{٣}$	١

وحدات قياس أخرى:

الذراع البلدى = ٠,٥٨ متر = ٢٢,٨٣ بوصة
الذراع المعمارى = ٠,٧٥ متر = ٢٩,٥٣ بوصة
القصبة = ٣,٥٥ متر = ١١,٦٥ قدم
الميل البحرى ISM = ١٨٥٢

ب- وحدات المساحة:

وحدات المساحة تعتبر مربع وحدات الأطوال السابقة مثل المتر المربع والسنتيمتر المربع.. ألخ. وفى تقدير مساحة الأراضى يستعمل الهكتار والفدان.

النظام المترى (الفرنسى):

الكيلو متر المربع = (١٠٠٠)^{٢} متر مربع
المتر المربع = (١٠٠)^{٢} سنتيمتر مربع

النظام الإنجليزى:

الميل المربع = (١٧٦٠)^{٢} ياردة مربعة
الياردة المربعة = (٣)^{٢} قدم مربع
القدم المربع = (١٢)^{٢} بوصة مربعة
البوصة المربعة = (٢,٥٤)^{٢} سم^{٢}

ويوضح الجدول التالى معاملات التحويل بين وحدات المساحة

	بوصه^{٢}	قدم^{٢}	ياردة^{٢}	سم^{٢}	ديسمتر^{٢}	متر^{٢}
١ بوصة^{٢}=	١	٦,٩٤٤×١٠$^{-٣}$	٠,٧٧٢×١٠$^{-٣}$	٦,٤٥٢	٠,٠٦٤٥٢	٦٤,٥×١٠$^{-٣}$
١ قـــدم^{٢}=	١٤٤	١	٠,١١١١	٩٢٩	٩,٢٩	٠,٠٩٢٩
١ ياردة^{٢}=	١٢٩٦	٩	١	٨٣٦١	٨٣,٦١	٠,٨٣٦١
١سم^{٢} =	٠,١٥٥	١,٠٧٦	١,١٩٩٧	١	٠,٠١	٠,٠٠٠١
١ ديسمتر^{٢}=	١٥,٥	٠,١٠٧٦	٠,٠١١٩٦	١٠٠	١	٠,٠١
١متر^{٢} =	١٥٥٠	١٠,٧٦	١,١٩٦	١٠٠٠٠	١٠٠	١

وحدات قياس مساحة الأراضى الزراعية:

الهكتار = (١٠٠)^{٢} متر مربع = ١٠٠٠٠ متر^{٢}
الفدان = ٤٢٠٠,٨٣ متر مربع = ٤٢٠٠ متر^{٢}
الأيكر = ٤٠٤٦,٨٥ متر مربع
الدونم = ١٠٠٠ متر مربع

وهذه الوحدة تستخدم فى بعض الدول العربية لتحديد المساحات

العلاقة بين وحدات قياس المساحة:

ميل مربع = ٢,٥٩ كيلو متر مربع
ياردة مربعة = ٠,٨٣٦ متر مربع
قدم مربع = ٩٢٩ سم^{٢}
الهكتار = ٢,٣٨ فدان = ٢,٤٧١ أيكر
الفدان = ٢٤ قيراط
القيراط = ٢٤ سهم = ١٧٥,٠٣٤٧ متر مربع
≅ ١٧٥ متر مربع تقريبا
السهم = ٧,٢٩٣ متر
الأيكر = ,٩٦٣ فدان
الفدان = ٤,٢ دونم

جـ- وحدات الحجوم:

وحدات الحجوم هى مكعب وحدات الأطوال السابقة مثل المتر المكعب، والسنتيمتر المكعب.. ألخ. والجدول التالى يوضح معاملات التحويل بين وحدات الحجم

	بوصه^{٣}	قدم^{٣}	ياردة^{٣}	سم^{٣}	ديسمتر^{٣}	متر^{٣}
١ سم^{٣} =	١	٥,٧٨٦×$١٠^{-٤}$	٢,١٤٤×$١٠^{-٥}$	١٦,٣٩	٠,٠١٦٣٩	١,٦٤×$١٠^{-٥}$
١ قدم^{٣} =	١٧٢٨	١	٠,٠٣٧	٢٨٣١٦	٢٨,٣٢	٠,٠٢٨٣
١ ياردة^{٣} =	٤٦٦٥٦	٢٧	١	٧٦٤٥٥٥	٧٦٤,٥٥	٠,٧٦٤٦
١سم^{٣} =	٠,٠٦١٠٢	٣٥٣٢×$١٠^{-٨}$	١,٣١×$١٠^{-٦}$	١	٠,٠٠١	$١٠^{-٦}$
١ديسمتر^{٣} =	٦١,٠٢	,٠٣٥٣٢	٠,٠٠١٣١	١٠٠٠	١	٠,٠٠١
١متر^{٣} =	٦١٠٢٣	٣٥,٣٢	١,٣٠٧	$١٠^{٦}$	١٠٠٠	١

والوحدات المستعملة فى حساب الأتربة هى المتر المكعب أما الوحدات المستعملة فى حساب السوائل فهى المتر المكعب أو اللتر.

متر مكعب = ١٠٠٠ لتر
لتر = ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب
= ١ ديسيمتر مكعب
جالون إنجليزى = ٤,٥٤٦ لتر
جالون أمريكى = ٣,٧٨٥ لتر
جالون إنجليزى = ١,٢٠٠٩ جالون أمريكى

بالإضافة الى هذه الوحدات السابقة فهناك وحدات خاصة بمجال الزراعة تستخدم للتعبير عن الحجوم مثل: الأردب - الكيلة - القدح.

الأردب	= ١٩٨ ديسمتر مكعب = ١٩٨ لتر
أردب	= ١٢ كيلة (١ كيلة = ٨ قدح)
	= ٩٦ قدح
الكيلة	= ١٦,٥٠ لتر
القدح	= ٢,٦٢ لتر
البوشل	= ٢١٥,٤٢ بوصة مكعبة

د- وحدات قياس الزوايا:

الدائرة هى أساس وحدة قياس الزاوية، وقد تستخدم ربع الدائرة كوحدة الزوايا والتى تمثل بالزاوية القائمة. ويوجد نوعان من التقسيم لوحدة الزوايا ويطلق على أحدهما بالتقسيم الستينى والأخر يعرف بالتقسيم المنوى.

التقسيم الستينى:

وفيه تقسم الدائرة (وحدة الزوايا) الى ٣٦٠ درجة ستينية، والدرجة الستينية تقسم بدورها الى ٦٠ دقيقة والدقيقة تقسم الى ٦٠ ثانية كما يلى:

الدائرة	= ٣٦٠ درجة ستينية وتكتب = °٣٦٠
الدرجة	= ٦٠ دقيقة ستينية وتكتب = '٦٠
الدقيقة	= ٦٠ ثانية ستينية وتكتب = "٦٠

التقسيم المئوى:

وهذا التقسيم إستخدم من عام ١٩٤١ ويستعمل فى كثير من الدول الأوروبية وفيه تكون الزاوية قائمة أو الربع دائرة تعادل مائة درجة وكل درجة مئوية تحتوى على مائة دقيقة مئوية وكل دقيقة مئوية تحتوى على مائة ثانية مئوية.

ويستخدم التقدير المئوى فى الأعمال المساحية العادية لسهولة الحساب أما فى الأرصاد الفلكية فتستخدم التقدير الستينى وأيضاً فى علم الجغرافيا لذلك لا يمكن الأستغناء عن التقدير الستينى.

وحدات التقدير الدائرى للزوايا

يطلق على التقدير الدائرى للزوايا بوحدات الأقواس ويعرف التقدير الدائرى للزاوية بالنسبة بين طول قوس دائرى (س) يحصر هذه الزاوية وطول نصف قطر الدائرة (نق) المكونة له كما يوضح شكل (١-١).

أى أن التقدير الدائرى للزاوية هـ = $\frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر (نق)}} = \frac{\text{س}}{\text{نق}}$

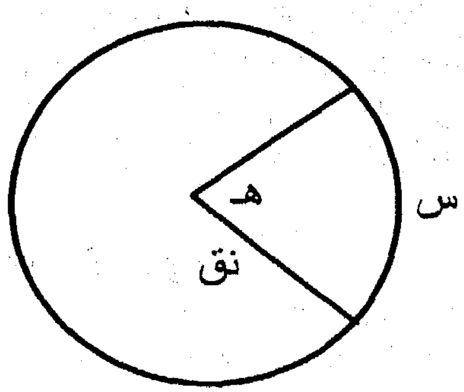
ويرمز للتقدير الدائرى للزاوية هـ بالرمز هـ

تعرف وحدة الأقواس أو وحدة الزوايا بالتقدير الدائرى بقيمة الزاوية بالتقدير الدائرى التى تحصر قوس طوله يساوى نصف قطر الدائرة وتسمى هذه الوحدة Radian ويرمز لها بالرمز (م) وقيمة هذه الوحدة هى:

$$\text{م} = \frac{\text{٤ ق}}{\text{٢ط}} = \frac{\text{٢ ق}}{\text{ط}}$$

حيث: ق تمثل الزاوية القائمة

$$\text{ط} = \frac{٢٢}{٧} = ٣{,}١٤١٦$$



شكل (١-١)

وتختلف القيمة العددية (م) حسب الوحدات المستعملة للزاوية، ويمكن إيجاد العلاقة بين قيمة الزاوية بالتقدير الستينى من العلاقة التالية:

$$\frac{\text{طول القوس}}{\text{المحيط}} = \frac{\text{التقدير الدائرى}}{\text{٢ط}} = \frac{\text{س}}{\text{٢ط نق}} = \frac{\text{التقدير الستينى}}{٣٦٠}$$

∴ الزاوية بالتقدير الدائرى = الزاوية بالتقدير الستينى × $\frac{\text{ط}}{١٨٠}$

الزاوية بالتقدير الستينى = الزاوية بالتقدير الدائرى × $\frac{١٨٠}{\text{ط}}$

أمثلـــه محلوله

مثال ١: أوجد القيمة بـالتقدير الدائـرى للزاويـة ١٢٦°، والزاويـة ٢٤َ ٥١° ، والزاوية ٤٦,٤٨٦°

الحل:

الزاوية بالتقدير الدائرى = الزاوية بالتقدير الستينى × $\frac{\text{ط}}{\text{١٨٠}}$

وعلى ذلك تكون:

القيمة بالتقدير الدائرى للزاوية ١٢٦° هى:

$$\hat{\text{هـ}} = \text{١٢٦}^\circ \times \frac{\text{٣,١٤}}{\text{١٨٠}} = \text{٢,٢}$$

- القيمة بالتقدير الدائرى للزاوية ٢٤َ ٥١° هى:

$$\text{٢٤}' \; \text{٥١}^\circ = \text{٥١}^\circ + \frac{\text{٢٤}}{\text{٦٠}} = \text{٥١,٤}^\circ$$

$$\therefore \hat{\text{هـ}} = \text{٥١,٤} \times \frac{\text{٣,١٤}}{\text{١٨٠}} = \text{٠,٨٩٧}$$

- القيمة بالتقدير الدائرى للزاوية ٤٦,٤٨٦° هى:

$$\therefore \hat{\text{هـ}} = \text{٤٦,٤٨٦} \times \frac{\text{٣,١٤}}{\text{١٨٠}} = \text{٠,٨١}$$

مثال٢: أوجد قيمـة الزاويـة بـالتقدير السـتينى للزوايـا ١ ، ٠,٧٦١ بـالتقدير الدائرى.

الحل:

- القيمة بالتقدير الستينى للزاوية ١

$$\text{هـ}^\circ = \hat{\text{هـ}} \times \frac{\text{١٨٠}}{\text{ط}}$$

$$= \text{١} \times \frac{\text{١٨٠}}{\text{٣,١٤}} = \text{٥٧,٢٩٥٨}^\circ$$

$$= \text{٥٧}^\circ + \text{,٢٩٥٨ (٦٠)} = \text{٥٧}^\circ + \text{١٧,٧٤٦٨}'$$

$$= \text{٥٧}^\circ + \text{١٧}' + \text{,٧٤٦٨ (٦٠)} = \text{٥٧}^\circ + \text{١٧}' + \text{٤٤,٨}''$$

وتكتب على الصورة ٤٤,٨ ١٧ ٥٧°

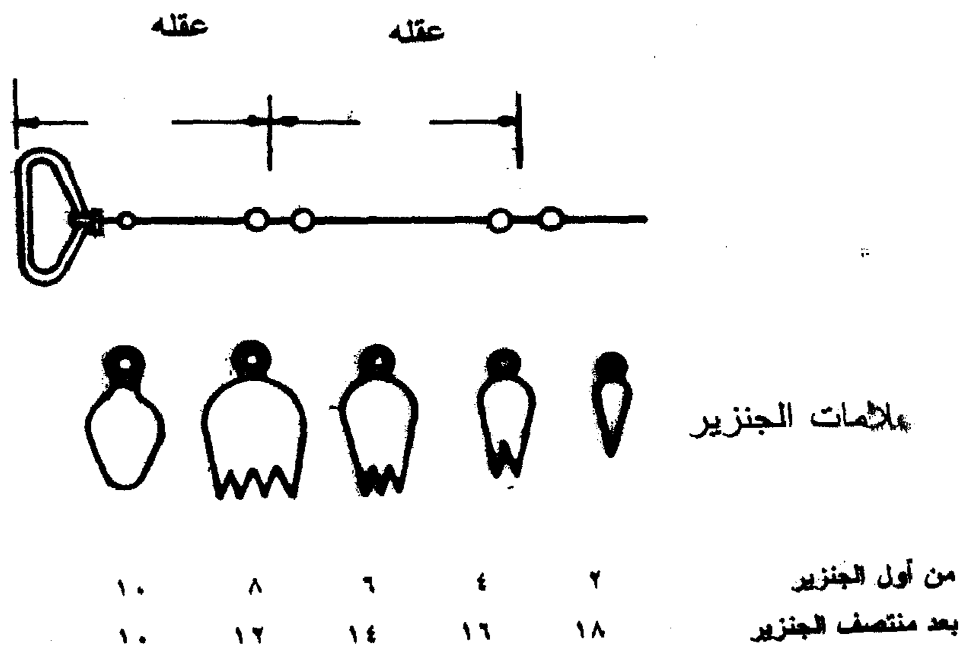
- القيمة بالتقدير الستينى للزاوية ٠,٧٦١

$$\text{هـ}^\circ = \text{٠,٧٦١} \times \frac{\text{١٨٠}}{\text{٣,١٤}} = \text{٤٣,٦٢٤} = \text{٢٧}' \; \text{٣٧} \; \text{٤٣}^\circ$$

١-٣- الأدوات المستعملة فى المساحة بالجنزير

- الجنزير Chain

يستعمل الجنزير فى قياس الأطوال التى تتطلب دقة عالية ويمتار الجنزير بأن رخيص الثمن ويتحمل العمل الشاق فى العمل. ويتكون الجدرير من مجموعة عقل من الحديد الصلب وتتصل كل عقلة بالأخرى بثلاث حلقات من نفس المعدن وينتهى طرفى الجنزير بمقبضين من النحاس الأصفر مكتوب عليهما الطول الكلى للجنزير (شكل١-٢). والجنازير المستعملة تكون بطول ١٠، ٢٠ ، ٣٠ مترا ـ والأكثر شيوعا هو الذى طوله الكلى ٢٠ مترا بما فى ذلك المقبضين. أى يعتبر طول الجنزير الكلى من خارج المقبضين. ويتكون هذا الجنزير من ١٠٠ عقلة طول كل عقلة وما يتبعها من حلقات ٢٠سم ويدخل فى طول العقلة الأولى والأخيرة طول المقبض النحاس الذى يوجد فى بداية ونهاية الجنزير. ولسهولة قياس أى طول بالجنزير وضع فى نهاية كل عشر عقل (مترين) علامة من النحاس يختلف شكلها على حسب عدد الأمتار التى تبعدها هذه العلامة عن طرفى الجنزير كما فى شكل (١-٢).



شكل (١-٢): الجنزير

ويفرد الجنزير بمسك حزمة الجنزير باليد اليمنى والمقبضان باليد اليسرى. ويقذف الجنزير بقوة فى اتجاه المسافة المراد قياسها فيصبح فرعين متجاورين يمسك شخص آخر أحد المقبضين ويتجه للأمام حتى يفرد الجنزير بكامل طوله على الأرض لتبدأ عملية القياس. وبعد الإنتهاء من استعماله يمسك الجنزير من منتصفه وتطوى كل عقلتين مثنى مثنى حتى يصبح الجنزير على شكل حزمة ثم يربط بالحزام الخاص به.

- الشوك Arrow

عبارة عن أسياخ من الحديد الصلب يتروح طولها بين ٢٠، ٣٠ سم وقطرها من ٣ إلى ٥ ملليمترات. وأحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه فى الأرض والطرف الثانى على هيئة حلقة لاستعماله كمقبض. وتستعمل الشوك لتحديد نهايات الجنزير على سطح الأرض وكذلك لتعيين عدد المرات التى أستعمل فيها الجنزير لقياس خط ما (عدد الطرحات). ويجب العناية عند وضع الشوكة بالنسبة لمقبض الجنزير حتى لايدخل سمك الشوكة فى قياس طول الخط.

- الأوتاد Pegs

عبارة عن قطع من الخشب طولها بين ٢٠ ، ٣٠ سم قد تكون مضلعة أو مستديرة قطرها بين ٣-٥ سم أحد طرفيها مدبب يسهل غرسها فى الأرض، أما الطرف الثانى فمسطح ليسهل الطرق عليها. أما فى الأراضى الصلبة فتستعمل أوتاد على هيئة زوايا حديد. وعموما تدق الأوتاد لتعين مواضع النقط الثابتة فى الطبيعة والتى يراد الرجوع إليها عند الحاجة كنهايات الخطوط ورؤوس المضلعات، ويترك منها جزء ظاهر فوق سطح الأرض حوالى ٢سم حتى لا تعوق الحركة ولا تتعرض للضياع ويسهل الرجوع إليها.

- الشواخص Range Poles:

عبارة عن أعمدة رفيعة من الخشب اسطوانية أو مضلعة تتروح أطوالها بين ٢-٣ متر وأقطارها بين ٣ إلى ٥سم ويثبت فى الطرف السفلى للشاخص كعب مخروطى وتدى الشكل من الحديد لسهولة غرسه وحفظه من التآكل. وتلون الشواخص عادة بلونين مختلفين بالتبادل حتى يسهل رؤيتها عن بعد وطول كل لون من الألوان نصف مترا أو ٢٥ سم حتى يمكن استعمال الشاخص للقياس التقريبى. ويراعى دائما غرس الشواخص رأسيه تماما عند الاستعمال، وتستعمل الشواخص لبيان مواقع الأوتاد فى الأرض فيمكن

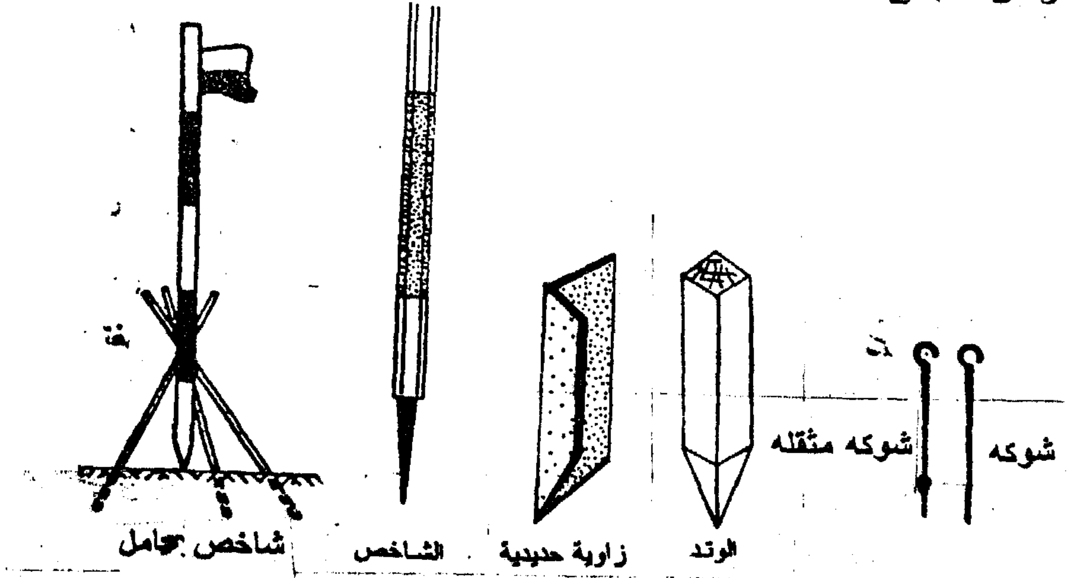
الرصد عليها وقياس المسافات بينها، كما تستخدم في تعيين نقط جديدة بين نقطتين أو على امتداد الخط الواصل بينها " توجيه الخطوط المستقيمة في الطبيعة" . وفي حالة الأراضي الصلبة يوضع الشاخص داخل حامل خاص به ويحرك الحامل حتى يقع من الشخص فوق مراكز الوتد المثبت في الأرض ولهذا الحامل ميزة جعل الشاخص رأسيا تماما. ويوضح شكل (١-٣) الشوك والأوتاد والشواخص المستخدمة في أعمال المساحة.

- الشرائط Tapes

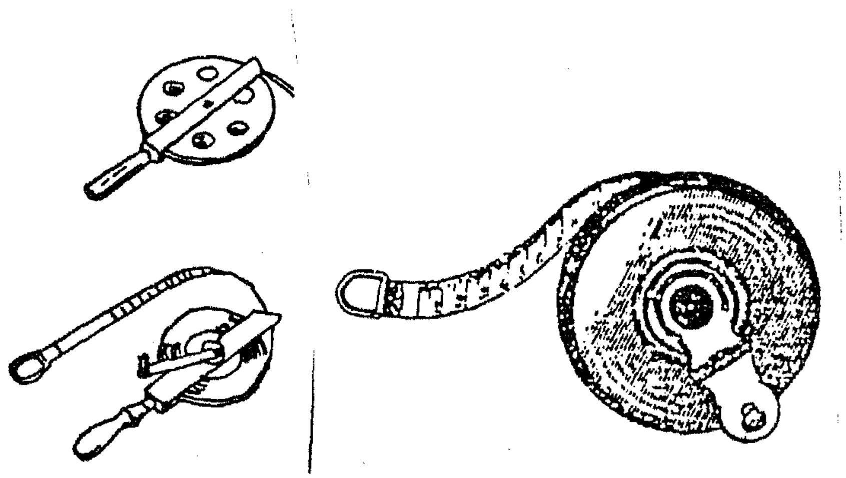
يعتبر أفضل ما يستعمل في القياس المباشر للأطوال وهو مصنوع من الكتان المقوى بأطوال ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ مترا ويلف الشريط حول محور من النحاس (بداخل علبة من الجلد) بواسطة يد متصلة بالعلبة وينتهي الشريط من طرفه الخالص بحلقة نحاسية لسحبه منها ومنع دخوله العلبة عند لفه. ويبدأ صفر التدريج من عند طرف الحلقة الخارجي (شكل ١-٤).

خيط وثقل الشاغول: Plumb bob

عبارة عن ثقل مخروطي الشكل ومعه خيط متين وهو يستعمل في عملية التسامت أي تعيين المسقط الأفقي للنقطة، ويستخدم في الضبط الرأسي لحواف وأركان المباني.



شكل (١-٣): الشوك والأوتاد والشواخص



شكل (١ – ٤): الشرائط

١ – ٤ – قياسات المسافات الأفقية

يعد قياس المسافة بين نقطتين ضرورى لعدة أسباب من بينها ايجاد أطوال حدود قطعة أرض زراعية مثلا أو منشأ زراعى أو ملكية خاصة. ويعتمد نوع الأجهزة المستعملة فى القياس على دقة العمل المطلوب فمثلا قد يعتبر قياس المسافة بواسطة الخطوة العادية للشخص نوع من العمل السريع وقد يفى بالغرض من ناحية الدقة. وفى القياسات الطويلة قد يفى استخدام شعرات الأستاديا فى الأجهزة المساحية بالغرض أو قد يكون استعمال الأجهزة قياس تعمل بواسطة قياس الزمن اللازم للضوء او موجات الراديو ذات سرعة معينة لقطع المسافة بين نقطتين مناسبة لهذا لبعض الحالات و هكذا.

١ – ٤ – ١ – قياس المسافات الأفقية بالخطوة:

معايرة الخطوة :

إن التعرض لموضوع قياس المسافات وخاصة فى الأعمال الزراعية دون ذكر موضوع معايرة الخطوة أو قياس المسافات التقريبية بواسطة طول خطوات القدم يجعل الموضوع ناقصا. ويمكن تقدير طول خطوة القدم بمعايرة خطوة الشخص عند المشى العادى لمسافة معينة يقطعها ثم قسمة هذه المسافة على عدد الخطوات ينتج طول الخطوة الواحدة لهذا الشخص.

لتعين طول خطوة شخص ما يحدد مسافة على الأرض طولها معلوم ٣٠ متر مثلاً ويقوم الشخص بعد عدد الخطوط التى يقطعها على هذا الخط ويكرر العملية ٣ مرات عل الأقل ويأخذ المتوسط.

عدد الخطوات لخط طوله ٣٠ متر = ٣٣ ، ٣٤ ، ٣٥ خطوة

المتوسط = (٣٤ خطوة)

∴طول الخطوة = $\frac{\text{٣٠ متر}}{\text{٣٤ خطوة}}$ = ٠,٨٨ متر/ خطوة ≅ ٠,٩ متر / خطوة

على ذلك يتعرف هذا الشخص على أن خطواته تعادل ٠,٩ متر. ويستخدمها بعد ذلك فى قياس الأطوال بطريقة تقريبية.

١-٤-٢- قياس المسافات الأفقية بالجنزير:

معايرة الجنزير:-

عند استعمالك للجنزير لقياس خط فإنك دائماً تعتبر أن طول الجنزير مثلاً ٢٠ متراً وهو الطول المكتوب عليه ولذلك فإنه يسمى الطول الأسمى أو المسمى به الجنزير ولا يكون هذا دائما صحيحا فقد يكون الجنزير أطول او أقصر من ٢٠ مترا بمقدار عقلة أو ما شابه ذلك أو قد يكون الجنزير قد شد فانفرجت بعض الحلقات لذلك يجب تصحيح الطول المقاس بواسطة الجنزير.

ويمكن معايرة الجنزير عملياً بتحديد علامتين على الأرض المسافة بينهما ٢٠متر ثم فرد الجنزير بين العلامتين وملاحظة انطباق الجنزير على العلامتين ويحدد مقدار الخطأ بالزيادة أو النقص بواسطة مسطرة. هذا فى حالة تمدد أو إنكماش الجنزير. أما فى حالة نقص جزء من الجنزير فيجب تحديد مقداره وكذلك موقع النقص.

خطوات قياس المسافة بالجنزير

١- يمسك شخص أول الجنزير ويسمى (الخلفى) وشخص آخر بنهاية الجنزير ويسمى (الأمامى) ويكون معه مجموعة من الشوك.

٢- لقياس المسافة أ ب نحدد كل من أ ، ب بوتد ويوضع شاخص فوق كل منهما ثم يفرد الجنزير.

٣- يثبت الخلفى أول الجنزير على منتصف الوتد " أ " ويجلس القرفصاء خلف الشاخص " أ " ليتسنى له رؤية كعب الشاخص فى " ب " ثم

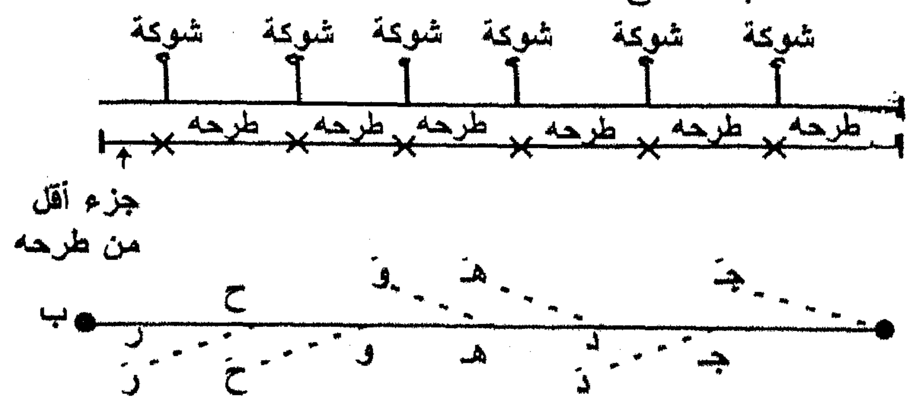
يتحرك يمينا أو يسارا حتى يختفى الشاخص فى " ب " خلف الشاخص فى " أ ". وبذلك يصبح الخلفى على الأتجاه أ ب تماما.

٤- يطلب الخلفى من الأمامى (الذى تقدم لفرد الجنزير ويمسك أحدى الشوك التى معه مع مقبض الجنزير ويكون قد أتخذ وضعا تقريبيا مثل حـ) أن يتحرك يمينا أو يسارا حتى يختفى الشاخص الذى معه خلف أ فيأخذ الأمامى الوضع "جـ" الواقعة وعلى الخط أ ب ويشد الجنزير جيدا مع نطره لأعلى حتى يجعله مستقيما بين الوتد "أ" والشاخص"حـ" ثم يغرس شوكة عند نهاية مقبض الجنزير فى "جـ" نهاية الجنزير.

٥- النقطة "جـ" تحدد نهاية الجنزير الأول أو الطرحة الأولى بعد ذلك يسحب الشخص الذى فى الأمام الجنزير فى يده ويسير فى اتجاه الوتد "ب" تاركا الشوكة الأولى فى مكانها ويسير الخلفى فى اتجاه "ب" حتى تصل قبضة الجنزير مع الخلفى إلى "جـ" فيجعل مقبض الجنزير ملاصقا للشوكة الأولى عند "حـ" .

٦- يكرر العمل من "جـ" فيتخذ الجنزير الوضع جـ د مثلا شكل (١-٥) وبعملية التوجيه تحدد النقطة " د " وتوضع فيها الشوكة الثانية وقبل أن يسحب الأمامى الجنزير يرفع الخلفى الشوكة التى وضعت فى "جـ" ثم يسحب الأمامى الجنزير حتى يصل الخلفى إلى " د " ويقوم بتوجيه الجنزير لتحديد "هـ" بنفس الطريقة السابقة.

٧- يستمر العمل هكذا حتى نهاية الخط بينما يجمع الخلفى هذه الشوك المستعملة والسابق غرسها بمعرفة الأمامى. وإذا كان طول الخط أكبر من ٢٠٠ متر (أى ١٠ طرحات) يسلم الشخص الخلفى للأمام الشوك العشر ويستمر العمل حتى نهاية الخط. أما بالنسبة لقراءة كسور الطرحات فتحسب كالآتى:-



شكل (١-٥)

(أ) نبحث عن أقرب علامة نحاسية واقعة قبل نهاية الخط "ب" مباشرة ونسجل القراءة التى تدل عليها مع ضرورة التأكد من وقوعها فى النصف الأول من الجنزير أو النصف الثانى فتحدد بذلك عدد الأمتار.

(ب) تعد العقل التى تلى هذه العلامة حتى نهاية البعد (حتى منتصف الوتد ب) ويضرب عددها فى ٠,٢٠ من المتر وذلك لمعرفة باقى المسافة.

(جـ) إذا تبقى جزء من العقلة يقدر بالنظر أو بمسطرة عادية حتى منتصف الوتد أيضاً.

(د) تجمع الأطوال المحسوبة فى الخطوات أ ، ب، جـ فتنتج المسافة لجزء الجنزير.

وأخيراً يحسب طول الخط أ ب كالأتى:

طول الخط أ ب = عدد الشوك التى جمعت مع الأمامى × طول الجنزير + جزء القياس الأخير من الجنزير.

٨- نكرر العمل السابق ويقاس الخط فى الأتجاه العكسى ب أ. ونحسب الطول المتوسط

٩- يحسب الخطأ النسبى لعملية القياس كالآتى:

$$\text{الخطأ النسبى} = \frac{\text{طول أ ب (ذهاب) ـ طول ب أ (عودة)}}{\text{الطول المتوسط}}$$

ويعبر عن الخطأ النسبى دائماً بكسر بسطه الواحد الصحيح. وفى التطبيقات الزراعية يكون الخطأ النسبى المسموح به حوالى $\frac{١}{١٠٠٠}$ أما فى التطبيقات الهندسية والمدنية فيكون $\frac{١}{٥٠٠٠}$

الأخطاء المحتمل الوقوع فيها عند القياس بالجنزير:-

١- الخطأ فى التوجيه: ينتج عن الخطأ فى التوجيه قياس خط منكسر بدلاً من الخط المستقيم وبذلك يكون طول الخط المقاس أكبر من حقيقته.

٢- عدم شد الجنزير جيداً أثناء القياس وينتج عن ذلك زيادة فى طول الخط.

٣- عدم جعل الجنزير أفقياً: وينتج عنه أيضاً زيادة فى طول الخط ولا سيما فى الأراضى المنحدرة.

٤- الأهمال فى غرس الشوك: وذلك بعدم جعلها ملاصقة لحافة المقبض الخارجية.

٥- الأهمال فى عدد الشوك أو فى قراءة كسور الطرحات.

١-٤-٣- قياس المسافات الأفقية بالشريط:

معايرة الشريط:-

عند استعمالك للشريط لقياس خط فإنك دائما تعتبر أن طول الشريط مثلا ٢٠ أو ٣٠ أو ٥٠ مترا وهو الطول المكتوب عليه ولذلك فإنه يسمى الطول الأسمي ولا يكون هذا دائما صحيحا فقد يكون الشريط أطول او أقصر من الطول الأسمي بمقدار جزء من السنتيمترات نتيجة تمدده أو إنكماشه أو ما شابه ذلك أو قد يكون الشريط قد قطع جزء منه لذلك يجب تصحيح الطول المقاس بواسطة الشريط.

ويمكن معايرة الشريط عمليا بتحديد علامتين على الأرض المسافة بينهما ٢٠متر ثم فرد الشريط بين العلامتين وملاحظة انطباق الشريط على العلامتين ويحدد مقدار الخطأ بالزيادة أو النقص بواسطة مسطرة.

١-٤-٤- تصحيح الأخطاء فى قياس الطوال بالشريط أو الجنزير.

أولاً: إذا كان طول الجنزير أو الشريط الفعلى أقل أو أزيد من الطول الأسمى نتيجة الأنكماش أو التمدد أو انفرج بعض الحلقات:

فيتم التصحيح بالعلاقة الأتية:-

$$\frac{\text{الطول الحقيقى للخط}}{\text{الطول الخطأ (المقاس) للخط}} = \frac{\text{طول الجنزير أو الشريط الحقيقى}}{\text{طول الجنزير أو الشريط الأسمى}}$$

ثانياً: إذا كان الخطأ نتيجة نقص أو زيادة عقلة أو أكثر من الجنزير أو نقص فى جزء من الشريط:

فيتم التصحيح للطرحة الواحدة على النحو التالى.

- التصحيح للطرحة الواحدة ح = مقدار النقص أو الزيادة فى الشريط أو الجنزير
- التصحيح الكلى فى طول الخط = ح × عدد الطرحات

أما الجزء من طول الخط أقل من الطرح فيجب التأكد أن الجزء الناقص يقع فى هذا الجزء من طول الخط أولاً

ثالثاً: الخطأ الناشئ عن الترخيم (Seg)

وهذا الخطأ ينشئ عن عدم شد الجنزير أو الشريط فينتج عن ذلك أن الطول المفروض عبارة عن قوس للمنحنى بينما الطول المراد ايجاده هو وتر هذا المنحنى ويكون التصحيح كما يلى:

إذا كان الترخيم عند منتصف المسافة هو (ت) والطول إلأسمى للجنزير (ل) فإن الخطأ فى الجنزير الواحد = $\frac{\text{٨ ت}^{٢}}{\text{٣ ل}} - \frac{\text{٣٢ ت}}{\text{١٥ ل}^{٢}} - \ldots\ldots$

حيث ت = مقدار الترخيم الحادث فى منتصف الشريط أو الجنزير

والحد الثانى فى الطرف الأيسر غالباً صغير جداً ويمكن إهماله

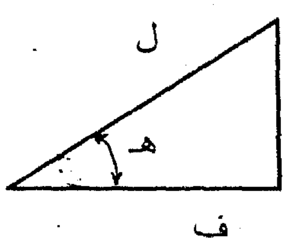
على ذلك يكون الطول الحقيقى للشريط أو الجنزير

$$= \text{ل} - \frac{\text{٨ ت}^{٢}}{\text{٣ ل}}$$

رابعاً: الخطأ الناشئ عن القياس على أرض منتظمة الإنحدار

عند قياس المسافات على أرض منحدرة فأننا نقيس المسافة المائلة (ل) وتحسب المسافة الأفقية (ف) حسب الحالات الأتية:

أ- بمعرفة زاوية ميل الأرض على الأفقى (هـ).



المسافة الأفقية (ف) = ل جتا هـ

وهناك معادلة تقريبية لحساب المسافة الأفقية

ف = ل − ٠,٠٠٠١٥ ل $\text{هـ}^{٢}$

حيث: هـ زاوية الميل بالدرجات

ب- بمعرفة معدل الإنحدار:

معدل الإنحدار هو النسبة بين البعد الرأسى والمسافة الأفقية (١ : ن أو ١ رأسى : ن أفقى) وتحسب المسافة الأفقية من العلاقة التالية:

المسافة الأفقية (ف) = $\text{ل} - \frac{\text{ل}}{\text{٢ن}^{٢}}$

وتستخدم هذه العلاقة فقط إذا كانت قيمة ن لاتقل عن ٥

جـ- بمعرفة البعد الرأسى بين طرفى الخط المائل (ع)

وتحسب المسافة الأفقية من العلاقة

المسافة الأفقية = $\text{ل} - \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{٢ل}} - \frac{\text{ع}^{٤}}{\text{٨ ل}^{٣}}$

حيث: ل: الطول المقاس
ع: البعد الرأسى بين طرفى الخط المائل

فإذا كانت نسبة ع : ل لايتعدى ١ : ٤ فإن المعادلة السابقة تعطى خطأ نسبى ١ : ٢٠٠٠٠

خامساً: فى حالة القياس على أرض غير منتظمة الإنحدار

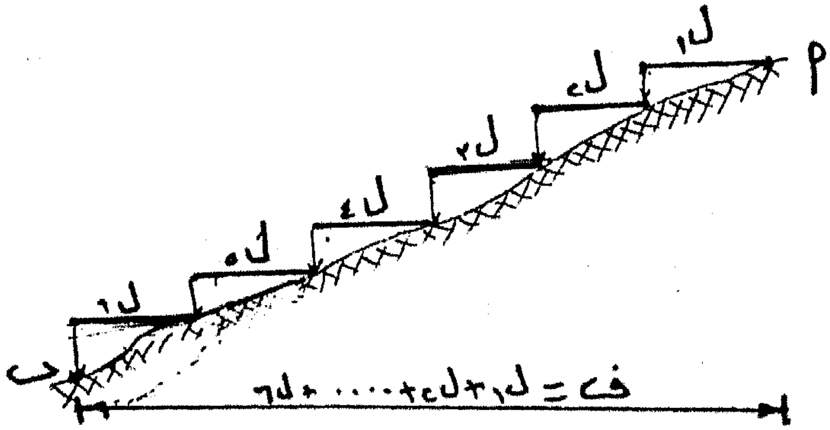
تستخدم فى القياس قامة من الخشب بطول ٥ متر ومعها ميزان تسوية وخيط شاغول ويوضح شكل (١-٦) وتكون المسافة الأفقية فى هذه الحالة هى مجموع عدد مرات (طرحات) مضروبة فى ٥ متر.

عند إستخدام الشريط أو الجنزير لإيجاد مساحة معينة يمكن تصحيح المساحة المقاسة باستعمال الشريط أو الجنزير كما يلى.

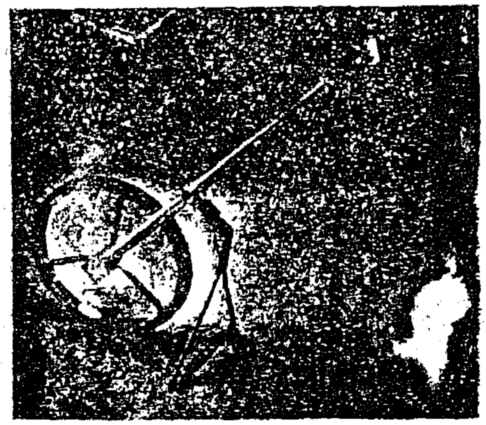
$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \left(\frac{\text{طول الشريط أو الجنزير الحقيقى}}{\text{طول الشريط الأسمى}}\right)^{٢}$$

١-٤-٤- قياس المسافات بالعجلة ذات العداد Measuring wheel

وهى عبارة عن عجلة صغيرة مزودة بعداد يبين المسافة التى تقطعها العجلة. ولها ذراع لدفعها إلى الأمام (شكل ١-٧) ولا تعطى العدادات نتائج دقيقة إلا أن نتائجها فى بعض الأعمال مقبولة خاصة فى الأعمال المبدئية.



شكل (١-٦): قياس المسافة الأفقية على أرض غير منتظمة الإنحدار



شكل (١-٧): العجلة ذات العداد لقياس المسافات

أمثلة محلولة

مثال ١:

قيست مسافة بجنزير غير مضبوط فوجد أن طولها = ١٤٠٠ متر فإذا علم أن طول الجنزير المستعمل هو ١٩,٨٥ متر، أوجد الطول الحقيقى للخط

الحـــل

$$\frac{\text{الطول الحقيقى للخط}}{\text{الطول المقاس للخط}} = \frac{\text{طول الجنزير الحقيقى}}{\text{طول الجنزير الأسمى}}$$

$$\text{الطول الحقيقى للخط} = ١٤٠٠ \times \frac{١٩,٨٥}{٢٠} = ١٣٨٩,٥ \text{ متر}$$

مثال ٢:

قيست مسافة بجنزير فوجد أن طولها = ١٢٢٠ مترا ثم اتضح بعد ذلك أن الجنزير الذى أستعمل فى القياس غير مضبوط فأعيد قياسها بجنزير آخر مضبوط فوجد أن طولها الصحيح ١٢١٣,٩ مترا ـ أوجد مقدار الخطأ وأشارته فى الجنزير الأول.

الحـــل

$$\frac{\text{الطول الحقيقى للخط}}{\text{الطول المقاس للخط}} = \frac{\text{طول الجنزير الحقيقى}}{\text{طول الجنزير الأسمى}}$$

$$\frac{١٢١٣,٩}{١٢٢٠} = \frac{\text{طول الجنزير الحقيقى}}{٢٠}$$

طول الجنزير الحقيقى = ١٩,٩٠ متر

حل آخر:

الخطأ فى طول المسافة = ١٢٢٠ − ١٢١٣,٩ = ٦,١ (بالسالب)

عدد الطرحات = $\frac{١٢٢٠}{٢٠}$ = ٦١ طرحة

الخطأ فى طول الجنزير = $\frac{٦,١}{٦١}$ = ٠,١٠ (بالسالب)

الطول الفعلى للجنزير الأول = ٢٠,٠٠ −٠,١٠ = ١٩,٩٠ مترا

مثال٣:

قيس خط علـى المـائل فكـان ٣٠ مـترا وكـانت المسـافة الرأسـية بيـن طرفى الخط المائل ٤ مترا ماهى المسافة الأفقية لهذا الخط؟

الحـــل

$$\text{المسافة الأفقية} = \text{المسافة المائلة} - \frac{(\text{المسافة الرأسية})^٢}{\text{ضعف المسافة المائلة}}$$

∴ ف = ل − $\frac{ع^٢}{٢ ل}$ وذلك بإستعمال الحد الأول من معامل التصحيح فقط

∴ ف = ٣٠ − $\frac{١٦}{٢×٣٠}$ = ٢٩,٧٣٣٣ مترا

مثال٤ :

قيست مسافة أفقية بجنزير فكانت ١٢٠ مترا واتضح أن هناك ترخيم عند منتصف الجنزير فى كل طرحة مقداره ٣٠ سم فمـا هـى المسـافة الأفقيـة الحقيقية.

الحل

الخطأ فى الجنزير الواحد = $\frac{٨ت^٢}{٣ ل}$ = $\frac{٨×٣٠×٣٠}{٣×٢٠×١٠٠}$ = ١,٢سم

عدد الطرحات = $\frac{١٢٠}{٢٠}$ = ٦ طرحة

الخطأ الكلى = ٦×١,٢ = ٧,٢ سم

المسافة الأفقية = ١٢٠ - ٠,٠٧٢ = ١١٩,٩٢٨ مترا

مثال ٥:

قيست مساحة قطعة أرض وذلك بقياس أبعادها بالجنزير فكانت ١٢ س ١٧ ق ٣ ف وكان الجنزير المستعمل ينقص عقلة عن طوله الحقيقى - ما هى المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار

الحل

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \frac{(\text{طول الجنزير الحقيقى})^2}{(\text{طول الجنزير الأسمى})^2}$$

المساحة المقاسة = ١٢ س ١٧ ق ٣ ف = ٣,٧٣ فدان

المساحة الحقيقية = المساحة المقاسة $\left(\frac{١٩,٨٠}{٢٠,٠٠}\right)^2$

∴ المساحة الحقيقية = ٣,٧٣ × ٠,٩٨٠١ = ٣,٦٥٦ فدان

وحيث أن الهكتار = ٢,٣٨ فدان

∴ المساحة الحقيقية = $\frac{٣,٦٥٦}{٢,٣٨}$ = ١,٥٤ هكتار

مثال ٦:

إذا كان مع الخلفى ٨ شوك وكان قراءة الجنزير الأخيرة ٥٥ عقلة وسبق تدوين ٢٠ طرحة فما هو طول هذا الخط. بفرض أن طول الجنزير الحقيقى ٢٠,٠٠٠ متر.

الحل

طول الخط المقاس = (٨+٢٠) ٢٠+ $\frac{٥٥ \times ٢٠}{١٠٠}$

= ٥٦٠ + ١١ = ٥٧١ مترا

مثال ٧:

قسمت مسافة بشريط طوله ٢٠ متراً فوجدت ١٥٠ متر وعند معايرة الشريط وجد أن به انكماش مقداره ٢٠سم. ما هو الطول الحقيقى لهذه المسافة؟

الحل

$$\frac{\text{طول الشريط الأسمى}}{\text{طول الشريط الحقيقى}} = \frac{\text{طول الخط المقاس}}{\text{طول الخط الحقيقى}}$$

$$\frac{٢٠}{١٩,٨٠} = \frac{١٥٠}{\text{طول الخط المقاس الحقيقى}}$$

$$\therefore \text{طول الخط المقاس الحقيقى} = \frac{١٩,٨٠ \times ١٥٠}{٢٠} = ١٤٥ \text{ متر}$$

مثال ٨:

عند قياس مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وجدت ٢٠٠ متر وعند معايرة الجنزير المستعمل وجد أن به تمدد يعادل نصف عقلة. فما هو الطول الحقيقى لهذه المسافة.

الحل

$$\frac{\text{طول الجنزير الأسمى}}{\text{طول الجنزير الحقيقى}} = \frac{\text{طول الخط المقاس الأسمى}}{\text{طول الخط المقاس الحقيقى}}$$

$$\frac{٢٠}{٢٠,١٠} = \frac{٢٠٠}{\text{طول الخط المقاس الحقيقى}}$$

$$\therefore \text{طول الخط المقاس الحقيقى} = \frac{٢٠٠\ (٢٠,١)}{٢٠} = ٢٠١ \text{ متر}$$

مثال ٩:

قطعة أرض مربعة الشكل قيس طول ضلعها بشريط صلب طوله الأسمى ٢٠ متر فوجد ١٠٠ متر وعند التحقيق من الشريط وجد أن به انكماش مقداره ١٠ سنتيمترات. ما هى المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالفدان والقيراط والسهم.

الحل :

$$\frac{\text{طول الشريط الأسمى}}{\text{طول الشريط الحقيقى}} = \frac{\text{طول الخط المقاس الأسمى}}{\text{طول الخط المقاس الحقيقى}}$$

طول الخط المقاس الحقيقى = $\frac{١٩,٩٠ \ (١٠٠)}{٢٠}$ = ٩٩,٥ متر

المساحة الحقيقية = ٩٩,٥ (٩٩,٥) = ٩٩٠٠,٢٥ متر مربع

= $\frac{٩٩٠٠,٢٥}{٤٢٠٠,٨٣}$ = ٢,٣٥٦ فدان

٠,٣٥٦فدان = ٠,٣٥٦ × ٢٤ = ٨,٥٤٤ قيراط

٠,٥٤٤ قيراط = ٠,٥٤٤ × ٢٤ = ١٣,٠٥٦ سهم

المساحة الحقيقية = ١٣,٠٥٦ (س) ٨ (ط) ٢ (ف)

مثال ١٠:

عند قياس طول معين بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وجد أن طوله ٦ طرحات (شوك) بالإضافة إلى جزء أقل من جنزير كامل طوله ١٥ متر وبالتأكد من الجنزير المستعمل وجد أنه ينقص عقلة بين المتر السادس عشر والمتر الثامن عشر فما هو الطول الحقيقى؟

الحل

معنى أن الجنزير ينقص عقلة بين المتر السادس عشر والثامن عشر هو أن الطول ١٥ متر هو طول حقيقى وأن المراد تصحيح ٦ طرحات فقط.

∴ الطول الحقيقى لـ ٦ طرحات فقط هو = ٦ × ١٩,٨٠ = ١١٨,٨٠

بالأضافة إلى ١٥ متر والتى ليس فيها خطأ.

∴ الطول الحقيقى للخط = ١١٨,٨٠ + ١٥ = ١٣٣,٨٠ متر

مثال ١١:

قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١: ١٠٠٠ قيست مساحتها من الخريطة وجدت ٤٠٠ سم^{٢} فإذا كانت الخريطة بها انكماش مقداره ١٪ ما هى المساحة الحقيقية على الطبيعة.

الحل:

من مقياس الرسم نجد أن كل ١سم على الخريطة يمثل ١٠٠٠سم أو ١٠ متر طبيعية. ١سم^{٢} على الخريطة يمثل (١٠٠٠)^{٢} سم^{٢} أو ١٠٠ متر مربع على الطبيعة.

المساحة الأسمية المقاسة من الخريطة ٤٠٠ سم٢

المساحة الأسمية على الطبيعة = ٤٠٠ (١٠٠) = ٤٠٠٠٠ متر^{٢}.

لما كان الاتكماش مقدره ١٪ وهذا معناه أنه لوكان لدينا خط طوله الأسمى ١٠٠ متر وقد حدث له انكماش بمقدار متر يصبح طوله الحقيقى ١٠١ متر.

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة الأسمية}} = \frac{(\text{طول الخط الحقيقى})^{٢}}{(\text{طول الخط الأسمى})^{٢}}$$

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{٤٠٠٠٠} = \frac{(١٠١)^{٢}}{(١٠٠)^{٢}}$$

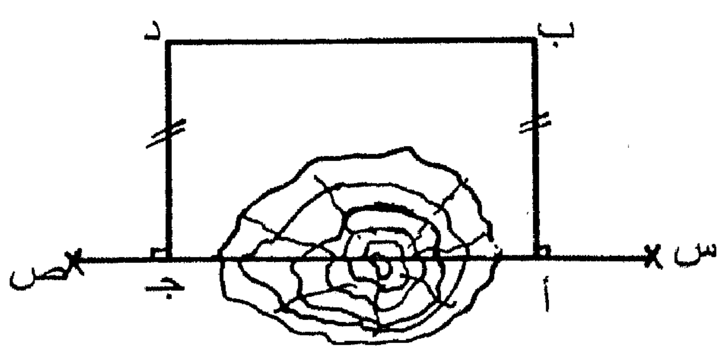
$$= ٤٠٨٠٤ \text{ متر}^{٢}$$

١-٤-٥- العوائق عند قياس المسافات

كثيراً ما تعترضنا عوائق عن إستعمال شريط فى قياس المسافات تحول دون القياس والتوجيه، الأمر الذى يجعلنا مضطرين لقياس المسافة بطريقة غير مباشرة مثل الدوران حول العائق أو تكوين شكل هندسى وسنقدم فيما يلى بعض الأمثلة على ذلك:

أ- إذا كان العائق يمكن الدوران حوله

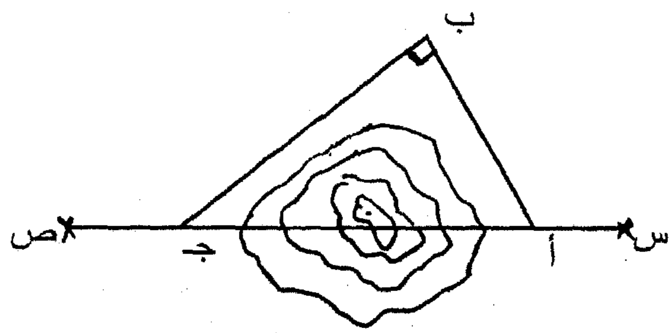
ومثال هذا وجود بركة أو مستنقع (شكل ١-٨). ففى هذه الحالة إذا أردنا قياس الخط س ص فإنه يمكن إقامة عمودان أ ب، ج د من النقطتين أ ، جـ على الترتيب بحيث يكون العمودان متساويان الطول حيث نجعل الخطان أ جـ و ب د متوازيان ومتساويان الطول، فيكون طول الخط المطلوب س ص = س أ + ب د + جـ ص.



شكل (١-٨): الدوران حول العائق باستعمال المستطيل

كما يمكن تكوين مثلث قائم الزاوية كما فى شكل (١-٩) بأن تعين النقطة ب ويقام عندها زاوية قائمة يقطع كل من ساقيها الخط س ص فى النقطتين أ وجـ. وبقياس الساقين أ ب و ب جـ يمكن حساب طول الوتر أ جـ فى المثلث القائم أ ب جـ بتطبيق قانون فيثاغورث.

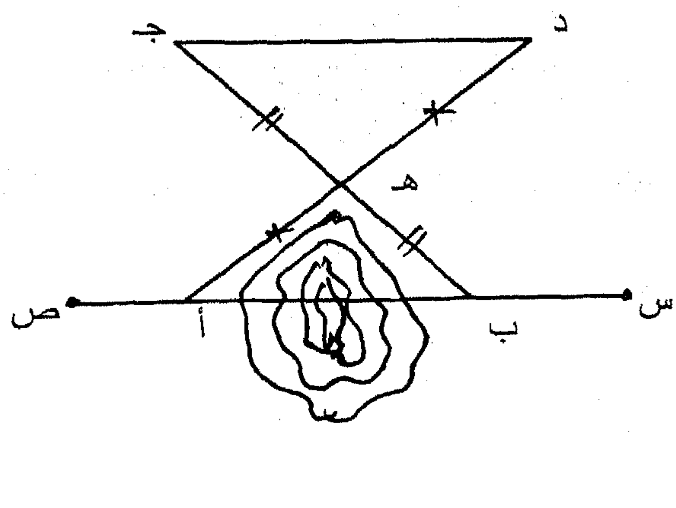
(أ جـ)^{2} = (أ ب)^{2} + (ب جـ)^{2}



شكل (١-٩): الدوران حول العائق بتكوين مثلث قائم

كما يمكن إيجاد المسافة بين المطلوبة بجعلها أحد أضلاع مثلث ثم إقامة مثلث آخر مشابه له (شكل ١-١٠) . فإذا كان المطلوب إيجاد المسافة أب فإننا نحدد النقطة هـ ونوصلها بالنقطة أ ونمد أ هـ على إستقامته إلى د بحيث يكون أ هـ = هـ د. ثم نمد الخط ب هـ على إستقامته إلى نقطة جـ بحيث يكون ب هـ = هـ جـ وبذلك نكون قد كونا مثلثان متشابهان فيهما أ ب = جـ د. ويمكن ملاحظة أنه ليس من الضرورى إختيار المسافة هـ جـ مساوية للمسافة هـ ب والمسافة هـ د مساوية للمسافة أ هـ بل يمكن إختيارهما بنسبة معينة كأن يختار هـ د = نصف أ هـ ويختار هـ جـ = نصف ب هـ، فينتج أن أ ب يساوى ضعف جـ د.

شكل (١-١٠):



ب– إذا كان العائق لايمكن الدوران حوله:

ومثال ذلك القياس فى مناطق بها مجارى مائية مثل الأنهار والوديان ففى الحالة المبينة بالشكل (١–١١) المطلوب إيجاد المسافة أ ب نمد على إستقامته الخط أ ب إلى النقطة جـ ونقيم العمودان ب هـ ، جـ د من النقطتان ب ، جـ وبذلك نشكل مثلثان متشابهان ومن تشابه المثلثين نجد أن:

(أ جـ) / (جـ د) = (أ ب) / (ب هـ)

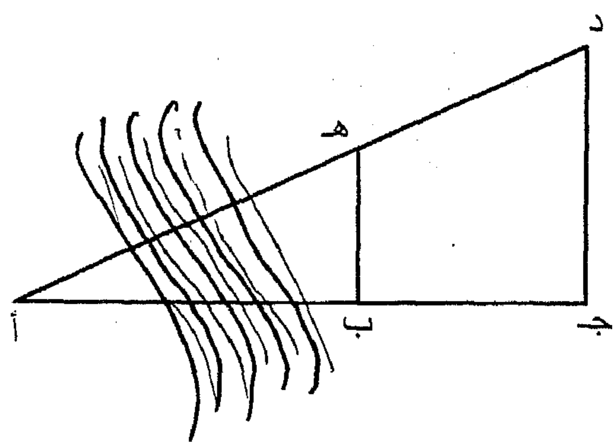
(أ ب + ب جـ) / (جـ د) = (أ ب) / (ب هـ)

(ب هـ) (أ ب + ب جـ) = (أ ب) . (جـ د)

(ب هـ) (أ ب) + (ب هـ) (ب جـ) = (أ ب) (جـ د)

أ ب (ب هـ – جـ د) = – (ب هـ) . (ب جـ)

أ ب = (ب هـ × ب جـ) / (ب هـ – جـ د)



شكل (١–١١)

أمثلة محلولة

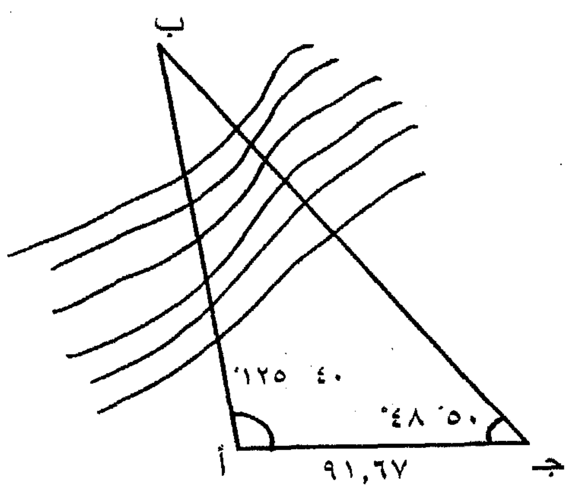
مثال ١: فى شكل (١-١٢) المطلوب قياس المسافة بين النقطتين أ ، ب اللتان يفصل بينهما عائق فإذا كان الضلع أ جـ = ٩١,٦٧ متر والزاوية ب أ جـ = ٤٠ ١٢٥° والزاوية أ جـ ب = ٥٠ ٤٨°.

الحل:

الزاوية ب = ١٨٠ − (٤٠ ١٢٥° + ٥٠ ٤٨°) = ٣٠ ٥°

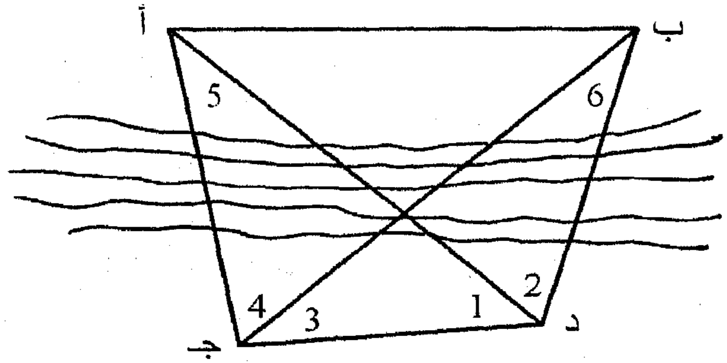
∴ (أ ب) / (جا جـ) = (أ جـ) / (جا ب)

أ ب = (جا ٥٠ ٤٨°) / (جا ٣٠ ٥°) × ٩١,٦٧ = ٧٢٠ مترا



شكل (١-١٢)

مثال ٢: لتعيين المسافة أ ب كما هو مبين فى شكل (١-١٣) حيث لايمكن الوصول إليها قيست الزوايا ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ فكانت على التوالى ٤٧° ، ٨٧° ، ٣٤° ، ٨٢° كما قيس المسافة جـ د فكانت ٥٠ متر. أوجد طول المسافة أ ب.



شكل (١-١٣)

الحل:

الزاوية رقم ٥ = ١٨٠° - (٤٧° + ٣٤° + ٨٢°) = ١٧°

الزاوية رقم ٦ = ١٨٠° - (٣٤° + ٤٧° + ٨٧°) = ١٢°

فى المثلث أ جـ د

أ جـ / جا (١) = د جـ / جا (٥) = أ د / جا (٣ + ٤)

∴ أ جـ = ٥٠ × (جا ٤٧ / جا ١٧) = ١٢٣,٠٢ متر & أ د = ٥٠ (جا ١١٦ / جا ١٧°) = ١٢٣,٠٢

بالمثل فى المثلث ب جـ د

ب د / جا (٣) = د جـ / جا (٦)

ب د = ٥٠ × (جا ١٣٤ / جا ١٢) = ١٧٢,٩٩ متر

فى المثلث أ ب د   أ = ١٧٢.٩٩ متر   ب اد = ١٢٣.٠٢ متر

راوية د = ٨٧°

أ ب = ب د^{٢} + أ د^{٢} − ٢ ب د. أ د جتا (٢)

∴ د^{٢} = أ^{٢} + ب^{٢} − ٢ أ ب جتا د

= (١٧٢,٩٩)^{٢} + (١٢٣,٠٢)^{٢} − ٢ × ١٧٢,٩٩ × ١٢٣,٠٢جتا ٨٧°

∴ أ ب = د = ٢٣٣,٢١ متر

١–٥– رفع الأراضى والمناطق

تعتبر المساحة بالجنزير أو الشريط عملية رفع تنحصر فى قياس مسافات طولية بين نقط مختلفة وهذه العملية تعتبر من أبسط طرق الرفع وأرخصها وأقلها دقة ولكى يتم عمل خريطة مساحية نبدأ بتحديد عدة نقط ثابتة فى الطبيعة. وقد تسمى عملية رفع الأرض بمسح الأرض، والغرض منها تحديد حدود وتفاصيل المعالم الموجودة فى المنطقة، سواء كانت هذه المعالم طبيعية أو صناعية، ورسمها على خريطة بمقياس رسم مناسب، ويدون مهندس الموقع كل هذه البيانات فى نوتة تعرف باسم نوتة الغيط ولرفع قطعة أرض من الطبيعة تتبع الخطوات الآتية:

أ– عملية الإستكشاف:

وهى عملية معاينة على الطبيعة للأرض المراد رفعها لمعرفة حدودها وشكلها وما تحتويه من منشآت وطرق ومجارى مائية تخترقها ثم رسم كروكى للمنطقة فى دفتر الغيط تبين عليه جميع التفاصيل المختلفة

ب– أختيار أماكن النقط الأساسية للمضلع:

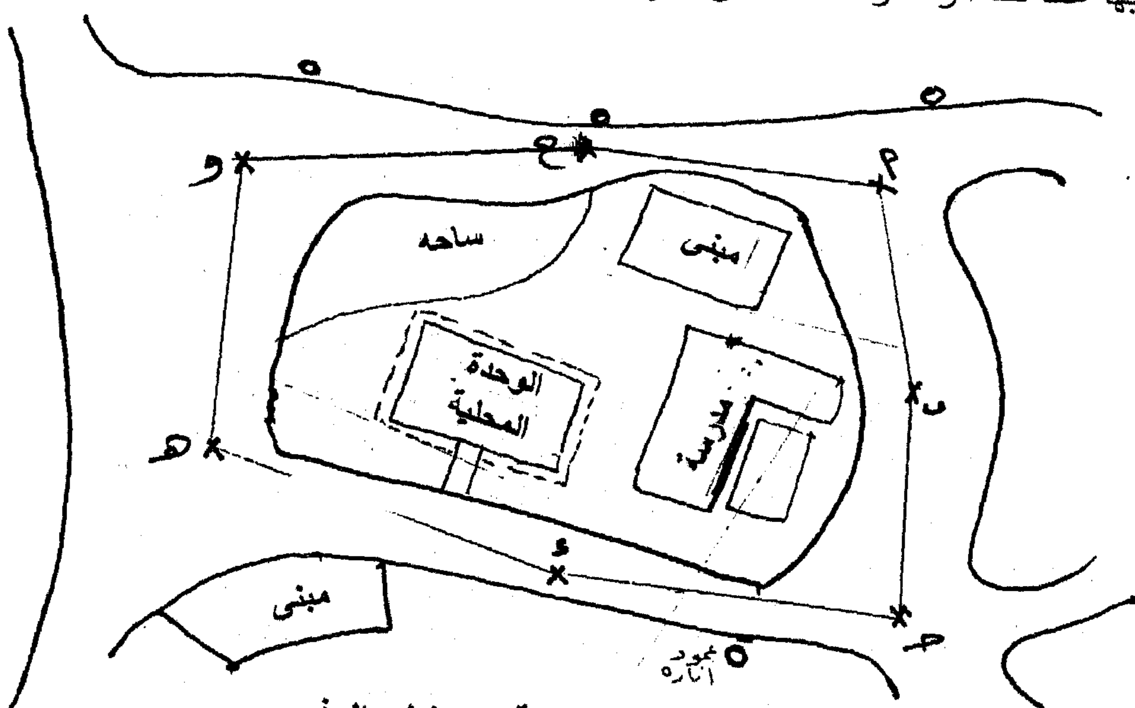
يتم أختيار عدة نقط على الأرض لتكون مع بعضها المضلع الرئيسى للعمل (شكل ١–١٤) ثم تبدأ بتثبيت هذه النقط بدق وتد فى كل منها بحيث لا يزيد الجزء الظاهر من الوتد عن ٢ سم، وتعطى لكل نقطة رقم أو حرف وتظل التسمية ثابتة طول فترة العمل فى المشروع. وتعتبر هذه النقط بداية ونهاية خطوط الجنزير ويجب مراعاة ما يلى عند أختيار تلك النقط.

- بعد النقط عن حركة المرور حتى لا تكون الأوتاد عائق لحركة المرور ونتأكد من عدم ضياعها.

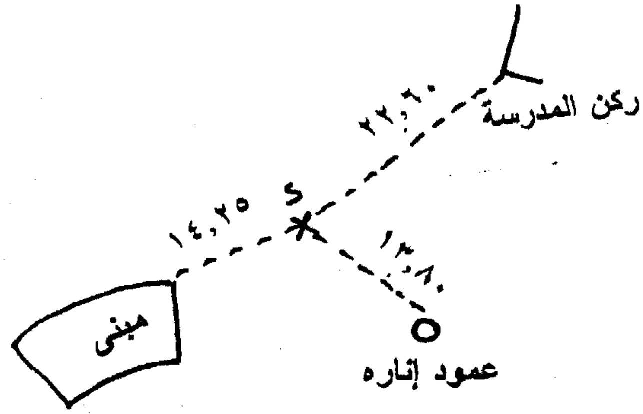
- إمكان رؤية نقطتين على الأقل من كل نقطة (ويفضل النقطتين المتجاورتين) والتأكد من عدم وجود أى عائق يعوق عملية القياس بين هذه النقط.
- أن تكون الخطوط الواصلة بين النقط (خطوط الجنزير) قريبة ما أمكن من حدود الأرض.
- أن تكون النقط فى مواضع ظاهرة يسهل الأستدلال عليها.
- يجب أن تمر الخطوط بالقرب من المواقع الهامة التى يراد تعينها.

جـ- عمل كروكى للنقط:

بعد تحديد نقط رؤوس المضلع السابق بالأوتاد وترقيمها برسم لكل نقطة من هذه النقطة كروكى فى دفتر الغيط يوضح المنطقة التى يوجد بها الوتد. ويحدد موضع هذا الوتد بقياس بعده عن نقطتين ثابتتين على الأقل مثل ركن مبنى أو عمود نور ..... الخ. ويفضل أن يقاس بعده عن ثلاثة نقط ثابتة وفى أتجاهات مختلفة (شكل ١-١٥). وفائدة عمل كروكى للنقطة هى الرجوع إليها عند فقد الوتد أو العلامة من الأرض لأى سبب.



شكل (١-١٤): كروكى الموقع ومضلع الرفع



شكل (١-١٥): كروكى النقطة د

د- قياس أطوال المضلع

نبدأ فى قياس أطوال الأضلاع للمضلع بإستعمال الجنزير أو الشريط الصلب بحيث أن تكون خطوط مستقيمة بالأستعانة بعملية التوجيه . وللتأكد من صحة القياس يقاس الخط مرتين ذهاباً وأياباً وفى كل مرة تتم عملية التوجيه والتحديد للخط المستقيم من جديد. وفى حالة وجود فرق فى القياس مسموح به يؤخذ المتوسط الحسابى للقياس.

هـ- قياس أطوال خطوط التحقيق:

للتأكد من دقة الرسم على الخريطة والقياس على الطبيعة. نختار بعض الخطوط للتحقيق من دقة العمل وذلك بقياس أطوال هذه الخطوط على الطبيعة ونقارنها بنظائرها على الرسم فإذا تساوت كان العمل صحيحاً وإلا فيعاد القياس.

و- تحشية خطوط المضلع:

يقصد بها تحشية الخطوط الرئيسية للمضلع لتعيين حدود الأرض ومواقع المبانى القريبة وكل التفاصيل التى توجد بالنسبة لهذه الخطوط ويتم ذلك بفرد الجنزير على أحد أضلاع المضلع السابق تحديد نقطة فى الطبيعة ثم نسقط أعمدة من نقط التغير أو أركان المنشآت على خط الجنزير مع قياس أطوال هذه الأعمدة بإستخدام الشريط. وتمثل أطوال الأعمدة الأحداثيات الرأسية كما تؤخذ الأحداثيات الأفقية على الجنزير والذى يبدأ تدريجه من أحدى نهايتى الخط حيث يمثل الجنزير المحور الأفقى.

١-٦- تحشية الخطوط:

١-٦-١- التحشية بإستخدام الشريط:

تستخدم هذه الطريقة إذا كانت الدقة غير مطلوبة وبشرط أن تكون أطوال الأعمدة قصيرة وتتلخص عملية التحشية فى إسقاط وإقامة أعمدة.

اولاً: طرق أسقاط الأعمدة بالشريط والجنزير

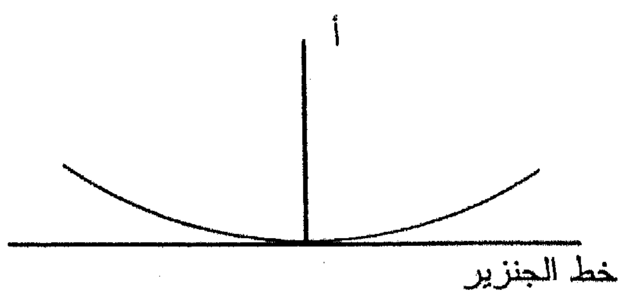
أ- طريقة أقصر بعد:

نضع طرف الشريط عن النقطة المراد إسقاط عمود منها (أ) كما فى شكل (١-١٦) ثم نحرك الطرف الثانى للشريط على الجنزير الممدود على الأرض فى أتجاه أحد خطوط المضلع. ونراقب قراءة الشريط مع شده جيدا فيكون موضع أقل قراءة على الشريط (ب) هى مكان العمود الساقط من نقطة (أ)، سجل قراءة الشريط عند هذا الوضع فتكون هى طول العمود الساقط من (أ).

طول العمود أ ب الأحداثى الرأسى = متر

سجل قراءة الجنزير عن نقطة تقاطعه مع الشريط فتكون المسافة من بداية الخط.

قراءة الجنزير "الأحداثى الأفقى" = متر



شكل (١-١٦)

ب- طريقة أنشاء مثلث متساوى الساقين:

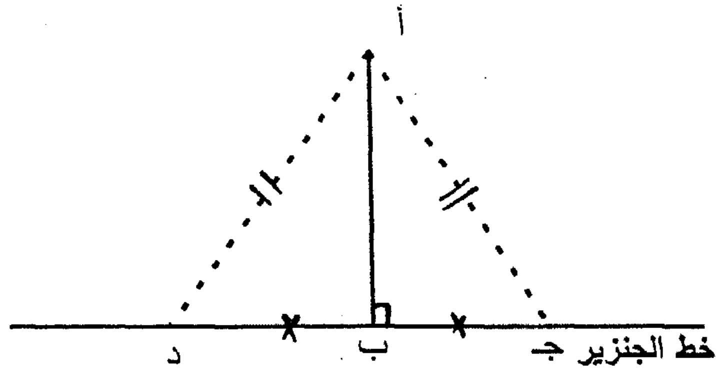
نضع طرف الشريط عند النقطة المراد إسقاط عمود منها (أ) كما فى شكل (١-١٧) ثم نأخذ طولا مناسبا من الشريط يقطع أمتداد الجنزير فى نقطة (جـ) ونحدد مكانها وبنفس الطول من الشريط ـ نقطع الجنزير فى نقطة (د) من الجهة الأخرى ونحدد مكانها، نقيس المساحة جـ د ونضع علامة فى منتصفها ولتكن ب فيكون أ ب هو العمود الساقط من (أ) على خط الجنزير.

طول العمود = متر

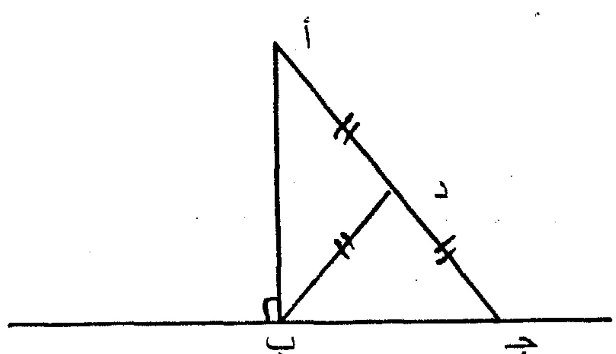
قراءة الجنزير = متر

جـ- طريقة إقامة مثلث قائم الزاوية:

نمد الشريط من نقطة (أ) المراد إسقاط عمود منها كما فى شكل (١-١٨) الى أن يقطع أمتداد الجنزير فى نقطة مثل (جـ)، نضع علامة فى منتصف المسافة أ جـ ولتكن نقطة (د) وبطول الجزء د جـ من الشريط نقطع أمتداد الجنزير من الجهة الأخرى فى نقطة ب، فيكون أ ب هو العمود المطلوب إسقاطه من (أ) على الجنزير.



شكل (١-١٧)



شكل (١-١٨)

وأثناء إسقاط الأعمدة من نقط تغير التفاصيل الموجودة بالمنطقة تقابلنا عدة حالات نذكر منها:

١- إذا كانت حدود التفاصيل منكسرة:

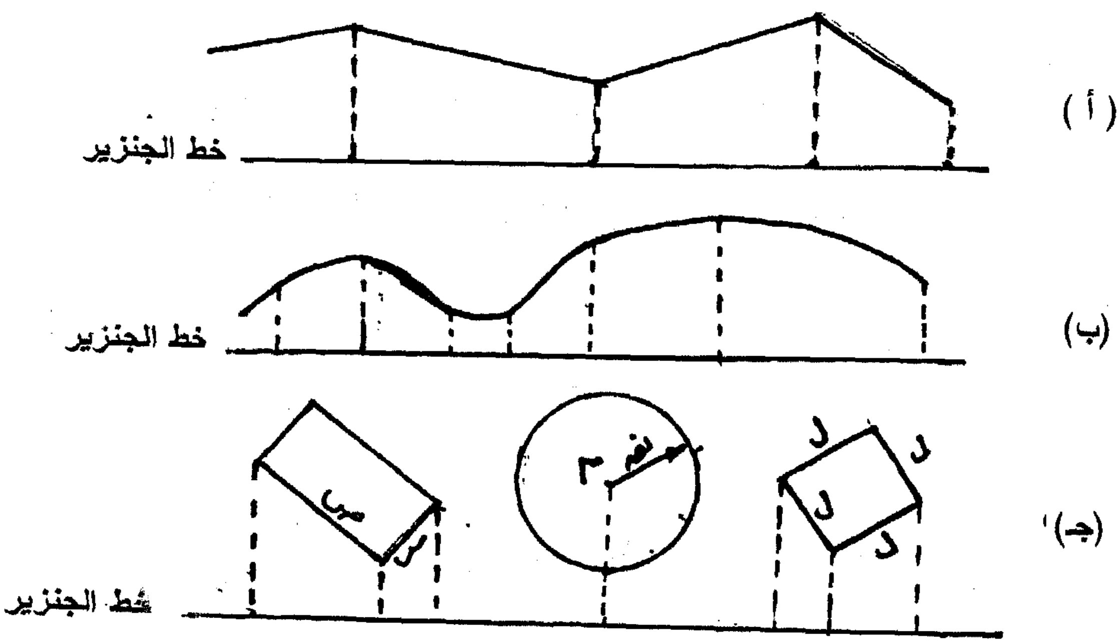
نسقط أعمدة من رؤوس الخط المنكسر على خط الجنزير مع قياس أطوالها بإستخدام الشريط وتمثل هذه الأبعاد الأحداثيات الرأسية، أما الأحداثيات الأفقية فهى المسافة بين مسقط العمود ونقطة (أ) كما فى شكل (١-١٩أ) وبذلك يمكن تحديد أى نقطة بواسطة أحداثيات عمودية ثابتة.

٢- إذا كان حدود التفاصيل ذات إنحناء منتظم:

نفرض عدة نقط على خط الجنزير ونفضل أن تكون على أبعاد متساوية ونقيم منها أعمدة بالطرق السابق شرحها ثم نمد هذه الأعمدة الى أن تقابل حدود تفاصيل المنطقة. تقاس أطوال هذه الأعمدة كما تقاس الأحداثيات الأفقية المناظرة لها على الجنزير كما فى شكل (١-١٩ب).

٣- إذا كانت حدود التفاصيل ذات أشكال منتظمة:

إذا كان الشكل مستديرا يعين موقع مركز الدائرة بالنسبة لخط الجنزير ونقيس نصف قطرها. وإذا الشكل مستطيلاً فنعين موقع أقرب ضلع له ونقيس أطوال باقى الأضلاع، أما فى حالة الشكل المربع فنعين موقع ضلع واحد فقط ونقيس طول ضلع المربع وذلك يمكن تعيينه (شكل ١-١٩جـ).



شكل (١-١٩):

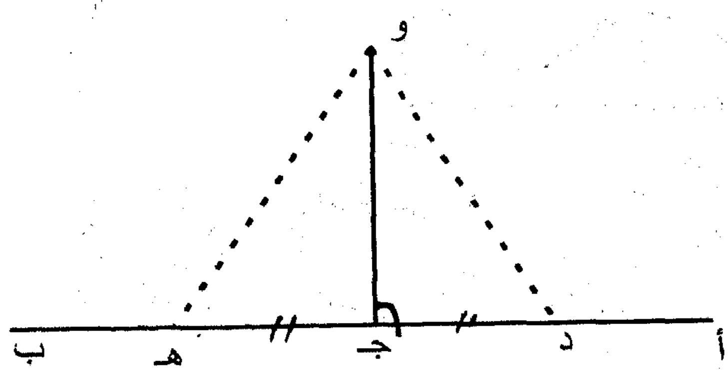
ثانياً: طرق إقامة الأعمدة بالشريط والجنزير:

قد يتطلب الأمر إقامة أعمدة من أى نقطة من خط الجنزير فهنا طريقتين لإقامة أعمدة:

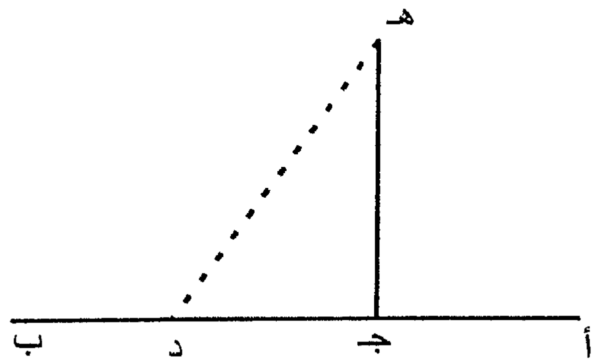
أ- تطبيقاً لنظرية (العمود الساقط من رأس المثلث المتساوى الساقين ينصف القاعدة). وبفرض أن أب خط مستقيم شكل (١-٢٠) يراد إقامة عمود عليه من النقطة جـ، يتم توقيع نقطتين مثل د ، هـ على الخط المستقيم أ ب بحيث أن:

د جـ = هـ جـ = ٥ متر ثم يثبت طرف الشريط من بدايته فى النقطة د ومن نهايته فى النقطة هـ ثم يجذب من منتصفه تماما أمام الخط أ ب فيتم تحديد نقطة مثل و. هذه النقطة و تحدد موضع العمود على الخط أ ب عند النقطة جـ.

(ب) تطبيقاً لنظرية فيثاغورث (المربع المنشأ على الوتر فى المثلث القائم الزاوية يساوى مجموع المربعين المنشأين على الضلعين الآخرين) وبالتالى يكون فى المثلث الذى نسب أضلاعه ٣ : ٤ : ٥ يعتبر مثلث قائم الزاوية فى النقطة المقابلة للضلع الذى طوله ٥ متر، ولذلك نحدد طول جـ د ٣ متر على الخط المستقيم أ ب ثم نثبت طرف الشريط عند النقطة د وعلى بعد ٩ متر من الشريط يحدد عند النقطة جـ ثم نأخذ طول ٤ متر من جـ من الشريط يحدد عند النقطة هـ شكل (١-٢١) فيكون المتبقى هو ٥ متر وبذلك نكون قد حددنا العمود على الخط أ ب عند النقطة جـ.



شكل (١-٢٠)



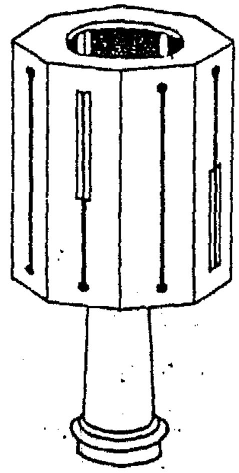
شكل (١-٢١)

١-٦-٢ التحشية بإستخدام المثلث المساح

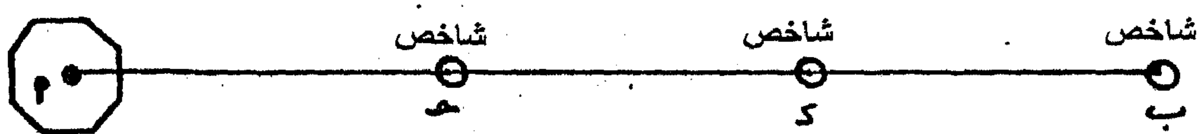
يتكون المثلث المساح المنشورى (ذو الثمانية أوجه) من منشور نحاس أجوف ذو ثمانية أوجه كما فى شكل (١-٢٢) ويوجد شرخ طولى ضيق فى وسط أربعة أوجه من أوجهه المتبادلة كما يوجد بالأربعة أوجه المتبادلة الأخرى شرخ ضوئى ضيق بأعلاه أو بأسفله شباك بمنتصفه شعره على امتداد الشرخ بحيث أن كل شرخ يقابله شباك فى الوجه المقابل. والمستوى الرأسى المار بأى شرخ وشعرة متقابلتين عمودى على المستوى الرأسى المار بالشرخ والشعرة المتقابلتين الآخريين وتمر هذه المستويات بمركز الجهاز الذى يثبت فى حامل المثلث ذو الثلاث شعب. ويستمد المثلث المساح فى الأعمال الآتية:

أ- توقيع الخطوط المستقيمة فى الطبيعة ومدها:

يثبت المثلث المساح رأسيا فى نقطة (أ) كما فى شكل (١-٢٣) ويثبت شاخص فى نقطة (ب) ثم ينظر الراصد من شرخين متقابلين ويدير المثلث حتى يرصد الشاخص فى نقطة (ب) على أمتداد خط النظر ثم يأمر شخصا يحمل شاخصا ثالثا (جـ) بأن يتحرك يمينا ويسارا على الأتجاه أب حتى يرصده وبذلك يقع الشاخص (جـ) على الأتجاه أب وبنفس الطريقة يمكن توقيع عدة نقط على الأتجاه أب مثل نقطة (د). كما يمكن توقيع نقطة أخرى على أمتداد الأتجاه أب.



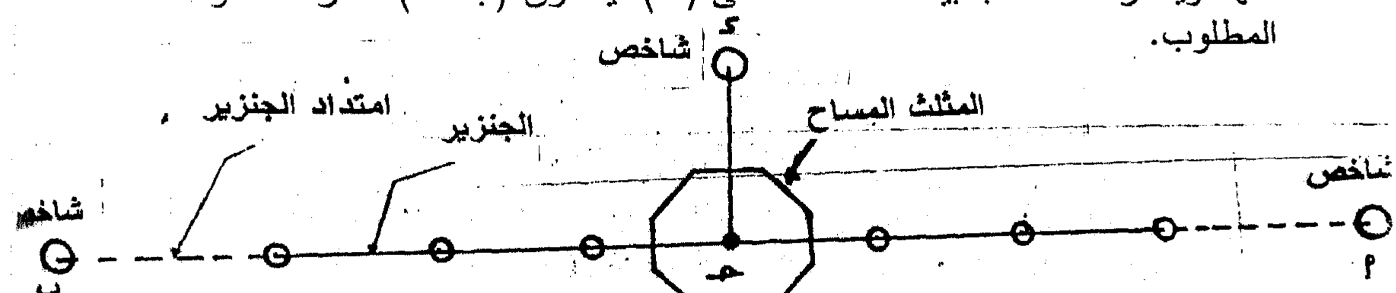
شكل (١-٢٢)
المثلث المساح
ذو الثمانية أوجه



شكل (١-٢٣): توقيع الخطوط المستقيمة فى الطبيعة

ب- إقامة عمود من نقطة ما على أمتداد الجنزير:

نثبت المثلث المساح رأسيا فى نقطة (جـ) مثلا الواقعة على أمتداد الجنزير المفرود على الخط أب كما فى شكل (١-٢٤) ونرصد الشاخصين الموجودين فى نهايتى الخط عند أ، ب وذلك بالنظر من خلال شرخين متقابلين. نحتفظ بالمثلث فى هذا الوضع وينظر الراصد من الشرخين المتعامدين على أتجاه الشرخين السابقين ناحية الجهة المطلوب إقامة العمود منها ويأمر شخصاً بتثبيت شاخصاً فى (د) فيكون (جـ د) هو العمود المطلوب.

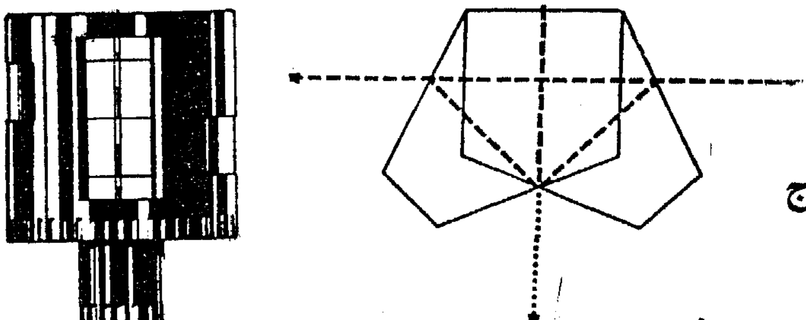


شكل (١-٢٤): إقامة عمود من نقطة ما على أمتداد الجنزير

١-٦-٣- التحشية بإستخدام المنشور المرئى المزدوج

المنشور المرئى المزدوج (المثلث ذو المنشورين)عبارة عن منشورين خماسيين مركبان فوق بعضهما أحدهما يتجه سطحه العاكس الأول الى بداية الخط عند (أ) بينما يتجه سطح المنشور العاكس الثانى الى نهاية الخط عند

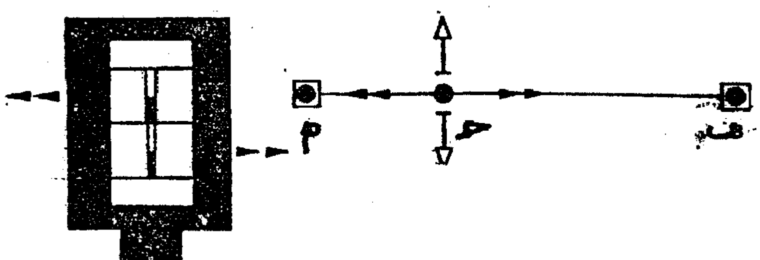
(ب) وبذلك يمكن توجيه أى خط على أستقامة الخط أ ب علاوة على توقيع الأعمدة مع التأكد من أتجاه الخط الأصلى أثناء إقامة العمود (شكل ١-٢٥). ويستخدم المنشور المرئى المزدوج فى الأعمال الآتية:



شكل (١-٢٥)
المنشور المرئى المزدوج

أ- توجيه خط مستقيم فى الطبيعة.

نقف بالمنشور بعد تثبيته على عموده المعدنى عند أى نقطة على الخط أ ب ونديرالمنشور حتى تظهر صورة كلا الشاخصين المحددين لنهايتى الخط أمام الراصد ثم نتحرك بحامل للأمام أو للخلف حتى تقع هاتان الصورتان على أستقامة واحدة كما يوضح شكل (١-٢٦). نغرس العمود المعدنى رأسيا في الأرض وبذلك نحدد نقطة واقعة على الخط أب. نأمر شخصاً آخر يحمل شاخص بالتحرك عند أى نقطة أخرى مطلوب تحديدها على الخط حتى تظهر صورة الشاخص الجديد منطبقة تماماً على صورة الشاخصين السابقين ثم نأمره بغرس الشاخصين. نكرر العملية بأستعمال عدة شواخص فى النقط المطلوبة مع عدم تحريك المنشور فى مكانه.

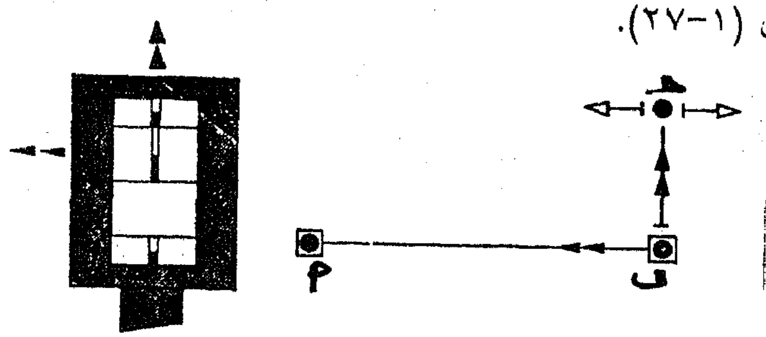


شكل (١-٢٦): توجيه خط مستقيم فى الطبيعة

ب- إقامة عمود من نقطة ما على أمتداد الجنزير:

نحدد النقطة (جـ) مثلاً على أتجاه الخط أب والذى يمثله الجنزير بالطريقة السابقة ثم نأمر شخصا معه شاخص بالتحرك فى أتجاه العمود المطلوب حتى نرى الصورة المعكوسة للشاخصين أ ، ب المحددين لنهايتى

الخط على إستقامة هذا الشاخص الذى نرصده من فتحة بالمنشور. نغرس الشاخص فى هذا المكان فيعطى موقع العمود المقام على أمتداد الجنزير كما يوضح شكل (١-٢٧).



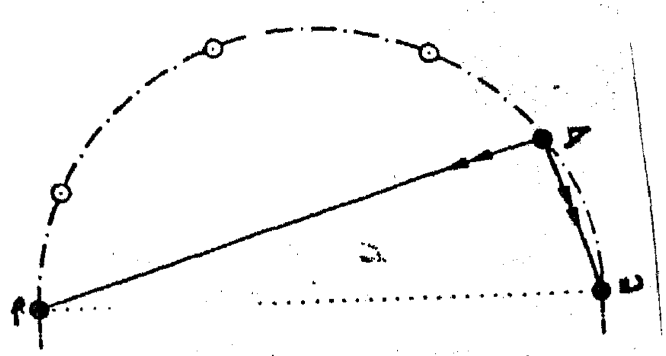
شكل (١-٢٧): إقامة عمود من نقطة ما على أمتداد الجنزير

جـ- إسقاط عمود من نقطة خارجة على أمتداد الجنزير:

نثبت شاخص عند النقطة المطلوب إسقاط عمود منها ثم نتحرك بالمنشور المثبت على عموده المعدنى فى إتجاه الخط أب بحيث نرى صورتى الشاخصين المثبتين عند أ ، ب حتى تقع هاتين الصورتين على الشاخص المثبت فى النقطة المغلومة والذى نرصده من فتحة بالمنشور. نغرس العمود المعدنى فى الأرض عند هذا الوضع فيكون هو موقع العمود المطلوب إسقاطه.

د- توقيع الدوائر:

يستعمل المثلث المساح فى توقيع الدوائر كما يوضح شكل (١-٢٨) حيث يتم إقامة زوايا قائمة من نقاط معينة بين نقطتى محدودين أ و ب فتحدد هذه النقاط محيط الدائرة التى قطرها هو الخط أ ب.



شكل (١-٢٨): توقيع الدوائر

تمارين على الباب الأول

(١) أوجد القيمة بالتقدير الدائرى للزاوية "٣٠ ٢٤ ٣٥°
(٢) أوجد قيمة الزاوية بالتقدير الستينى إذا كانت قيمتها بالتقدير الدائرى ط.
(٣) أوجد قيمة الزاوية بالتقدير الستينى إذا كانت قيمتها بالتقدير الدائرى ٢,٥٣.
(٤) إشرح مستعيناً بالرسم كيف يمكنك توقيع زاوية قدرها ٤٥ درجة باستعمال الشريط.
(٥) إشرح مستعينا بالرسم كيف يمكنك توقيع زاوية قدرها ٢٠ ١ ٥°
باستعمال الشريط.
(٦) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة الأفقية المقيسة تساوى ٢٣٠,٩٢ مترا وزاوية الإنحدار تساوى ١١ ٤°.
(٧) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسه تساوى ٢١٣٠,٠٢ مترا وزاوية الإنحدار تساوى ٥٥ ٣°.
(٨) قيست المسافة بين نقطتين على أرض منحدرة فكانت ٢٥٢٠,٢٠ متر. فإذا كان الفرق فى الإرتفاع بين النقطتين = ٧٢,٦٥ مترا أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين (٢٥١٠,١٥).
(٩) أوجد المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة. زاوية الميلان تساوى ٢٠ ٠٥° للحصول على مسافة قدرها ٣٩٠ متر.
(١٠) أوجد المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة، بزاوية ميل ١٠ ٠١° للحصول على مسافة قدرها ٥٠٠ متر.
(١١) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسة على أرض مائلة = ٦٢٥ مترا وكانت زاوية الميلان = ٣٠ ٠٢°.
(١٢) أوجد المسافة الأفقية إذا كانت المسافة المقيسة هى ١٤٩,٩٢ مترا والفرق بين النقطتين = ١٤,٧٧ مترا.
(١٣) أوجد المسافة الأفقية بين نقطتين إذا كانت المسافة المقيسة هى ٥٤١,٣٢ مترا والفرق بين النقطتين ٢٦,٧٧ مترا.
(١٤) أوجد المسافة بين نقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقيسة تساوى ١١٤,٢١ متر على أرض مائلة نسبة الميل فيها = ١٩٪.
(١٥) أوجد المسافة بين نقطتين إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقاسة تساوى ٧١٤,٢١ متر على أرض مائلة. نسبة الميل فيها = ١٦٪.

(١٦) إذا كانت المسافة بين النقطتين أ ، ب = ٩٠٩,٥٢ متر. وكانت النقطة أ تزيد في الأرتفاع عن النقطة ب بمقدار ١٣,٢١ متر فأوجد المسافة الأفقية أ ب.

(١٧) إذا كانت المسافة المائلة تساوى ٢٢٢٠,١٠ متر وكانت زاوية الميل = ١,٥ درجة فما المسافة الأفقية.

(١٨) إذا كان المطلوب تثبيت نقطتين في منطقة منحدرة زاوية الميل فيها = ١٥ً ٢٠َ ١٣° بحيث تكون المسافة الألإفية بين النقطتين = ٥٠٠ متر فما هى المسافة المائلة التى يجب توقيعها مقربة إلى أقرب سنتيمتر.

(١٩) ما هى المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة بنسبة = ٨,٥ ٪ حتى نحصل على مسافة أفقية قدرها ٥٠٠ متر؟

(٢٠) ما هى المسافة التى يجب توقيعها على أرض مائلة بنسبة = ١٨,٥٪ حتى نحصل على مسافة أفقية قدرها ٥٠٠ متر.

(٢١) المسافة بين نقطتين على أرض مائلة = ٥٢٨,٢١ متر والفرق فى الأرتفاع بينهما يساوى ٤٢,٥ متر. أوجد المسافة الأفقية.

(٢٢) النقطة أ منخفضة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٢,٧٣ متر والنقطة ب مرتفعة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٧,٩٥ متر فإذا كانت المسافة المقيسة بينهما على سطح الأرض = ١٣٢٣,٧١ متر. فما هى المسافة الأفقية بين النقطتين؟

(٢٣) النقطة أ منخفضة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٥,٥٦ متر والنقطة ب مرتفعة عن مستوى سطح البحر بمقدار ٩,٩٥ متر فإذا كانت المسافة المقاسة بينهما على سطح الأرض = ١٣٢٣,٧١ متر فما هى المسافة الأفقية بين النقطتين؟

(٢٤) أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر د كانت المسافة المقيسة تساوى ٦٢٠,٢٠ متر وزاوية الميل = ٤٢ً ١١َ ١٨°.

(٢٥) أوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب إلى أقرب سنتيمتر إذا كانت المسافة المقاسة تساوى ٨٨٩,٣٩ متر على أرض بنسبة ميل = ٥٪.

(٢٦) إذا كان الطول الأسمى لشريط الصلب هو ٣٠ متر والطول الحقيقى = ٢٩,٩٧ متر والمسافة المقيسة بهذا الشريط هى ٣٠٠,٥٢ متر فما هى المسافة الحقيقية؟

(٢٧) إذا كان الطول الأسمى لشريط الصلب هو ٥٠ متر والطول الحقيقى = ٥٠,٠١ متر والمسافة المقيسة بهذا الشريط هى ٥٥٥,٥٢ متر فما هى المسافة الحقيقية؟

(٢٨) قيست المسافة أ ب بشريط ينقص ٤سم عن طوله الأسمى فكانت ٣٢٥,٢٨ متر فإذا كانت المنطقة منحدرة إنحدارا منتظما والنقطة أ مرتفعة عن النقطة ب بمقدار ١٦,٧٢ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب.

(٢٩) قيست المسافة أ ب بشريط ينقص ٣,٥ سم عن طوله الأسمى فكانت ٢٣٥,٩٨ متر، فإذا كانت المنطقة منحدرة إنحدارا منتظما والنقطة أ مرتفعة عن النقطة ب بمقدار ١٩,١٢ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب.

(٣٠) إذا كان الطول الأسمى للشريط = ٣٠ متر والطول الحقيقى ٣٠,٠١ متر فما الخطأ فى القياس؟

(٣١) إذا كانت المسافة المقاسة على أرض مائلة بين النقطتين أ ، ب هى ٥١٠,٧٦ متر وإرتفاع النقطة ب = ١٨,٣١ متر فأوجد المسافة الأفقية بين النقطتين.

(٣٢) عند قياس مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر كان طولها ٧ شوك بالأضافة إلى جزء أقل من جنزير كامل طوله ١٤,٥ متر وبفحص الجنزير وجد أنه ينقص عقلة من المتر الثامن والعاشر. ما هو الطول الحقيقى لهذة المسافة؟

(٣٣) قيست مسافة بجنزير طوله الأسمى ٢٠ متر وكان طولها أربع شوك بالأضافة إلى جزء من جنزير طوله ١٢,٤٥ متر وبفحص الجنزير وجد أنه ينقص عقلة بين المتر الثامن والعاشر. أوجد الطول الحقيقى للمسافة؟

(٣٤) لرفع منطقة استخدم الجنزير فى القياس وحددت طول عبارة عن ٧ شوك، ٨ عقل، وجزء قدرته ١٠ سم بفحص هذا الجنزير وجدته ينقص عقلة بين المتر الرابع والسادس. ما طول الخط الصحيح لو قيست مساحة معينة اعتمادا على أرصاد هذا الجنزير فكانت ٨س ١٢ط ٣ف ما هى المساحة الفعلية إذا اعتبرت الخطا منتظم فى الجنزير كله؟

(٣٥) المطلوب ايجاد المسافة بين نقطتين أ ، ب الانحدار بين النقطتين منتظم مما سمح بقياس المسافة على سطح المائل فكانت ١٨٥,٨٠ متر وكان منسوب نقطة (أ) ١٢,٤٠ متر، ومنسوب نقطة (ب) ١٤,٨٠متر أوجد المسافة إذا كان الجنزير المستخدم فى القياس به تمدد ١٪.

(٣٦) قيس خط على المائل فكان ٣٠ مترا وكانت المسافة الرأسية بين طرفى الخط المائل ٤ مترا ـ ماهى المسافة الأفقية لهذا الخط.؟

(٣٧) لايجاد ارتفاع مبنى يصعب الوصول إلى قمته وضع شاخص طوله ٣ متر على بعد ٦ متر من المبنى ثم أخذت تتحرك بشاخص آخر طوله ٢ متر إلى الأمام والخلف حتى وجدت أن نهاية الشاخص الصغير تقع على استقامة نهاية المبنى ونهاية الشاخص الآخر وقيست بعد الشاخص الكبير عن الشاخص الصغير فوجدتها ٢ متر. فما هو ارتفاع المبنى.

(٣٨) قيست مساحة قطعة أرض وذلك بقياس أبعادها بالجنزير فكانت ١٢س ١٧ط ٣ف وكان الجنزير المستعمل ينقص ١٠سم عن طوله الحقيقى. ماهى المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار إذا كان الطول الأسمى للجنزير ٢٠متر.

(٣٩) قطعة أرض مثلثة الشكل ـ قيست قاعدتها بجنزير طوله ٢٠,٤٠ مترا فكانت ٦٢٤ مترا ـ وقيس الأرتفاع على المائل فكان ٣٦٣ مترا ـ بجنزير طوله ١٩,٥٠ مترا ـ فإذا كان ميل الأرض الطبيعية فى اتجاه أرتفاع المثلث ٨٪ وأن الجنزير الأسمى فى الحالتين هو ٢٠ مترا فأوجد المساحة الحقيقية للأرض بالهكتار.

(٤٠) قيست مسافة بشريط صلب طوله الأسمى ٢٠ متر ووجد أن طولها ٦ شوك بالأضافة إلى جزء أقل من شريط كامل طوله ١٨,٢٥ متر وبمعايرة الشريط وجد أن به استطالة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ١٠ سم فما هو الطول الحقيقى لهذه المسافة.

(٤١) قيست مسافة بين نقطتين على سطح أرض ذات ميل منتظم وتنحدر إلى أسفل بنسبة ٦٪ فكانت ١٦٧,٥ متر. وعند معايرة الجنزير الذى استخدم فى القياس وجد أنه ينقص عقلة بين المتر العاشر والثانى عشر، وطول الجنزير الأسمى ٢٠ متر. فما هى المسافة الأفقية الصحيحة بين النقطتين.

(٤٢) قطعة أرض مربعة الشكل ـ قيست بجنزير فكانت مساحتها١٥س ٣ط ٤ف وبمعايرة الجنزير وجد أنه ينقص بمقدار ٠,١٥ فما هى المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالهكتار. ثم أوجد الأبعاد الحقيقية لهذه الأرض.

(٤٣) قطعة أرض على شكل شبه منحرف أ ب ج د وقاعدتيه أ د ، ب جـ ، وارتفاعه يمثل الضلع جـ د . قيست طول القاعدة الصغرى فكانت ١٢ طرحة، و١٠ متر، ٤ عقل وطول القاعدة الكبرى فكانت ١٦ طرحة، و٨ متر و٧ عقل والأرتفاع جـ د كان ٨ طرحة و٦ متر و٦ عقل. أوجد

المساحة الحقيقية لشبه المنحرف بالفدان والقيراط والسهم إذا كان الجنزير المستعمل فى القياس ينقصه عقلة بين المتر الثامن والعاشر.

(٤٤) يراد قياس الزاوية أ ب جـ باستعمال الشريط فأخذت النقطة د على الخط ب جـ = ١٢ متر وأخذت النقطة هـ على ب أ بحيث كانت المسافة هـ ب تساوى ١٥ متر، وقيست المسافة د هـ فكانت ٦,٣٥ متر. أوجد قيمة الزاوية إلى أقرب دقيقة.

(٤٥) لإيجاد المسافتين ب أ ، ب جـ فى المثلث أ ب جـ تم قياس الضلع أ جـ فوجد أنه يساوى ١٣٠,٢٠ متر. ورصدت الزاويتان (أ) = ٢٠ ٢٥َ ١٠٠° و (جـ) يساوى ٣٠ ٣٠َ ٣٠°. أوجد المسافتين.

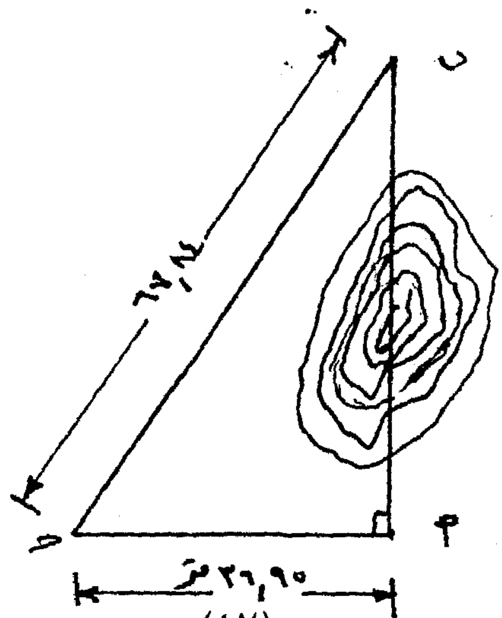
(٤٦) عند قياس البعد أ ب المتعذر قياسه اضطرت فرقة المساحة إلى تشكيل المثلث أ ب جـ ثم قياس الضلع أ جـ = ١٩٠,٠١ متر. رصدت بعد ذلك الزاوية (أ ب جـ) فكانت تساوى ٩٠ درجة وقيس الضلع ب جـ فكان ١٨٨,٩٥ متر. فإذا كانت النقطة جـ مرتفعة عن كل من أ و ب بمقدار ١٢متر فما المسافة الأفقية أ ب؟

(٤٧) نظراً لوجود عائق بين النقطتين أ ، ب عند إيجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبينا بالشكل أوجد البعد أ ب.

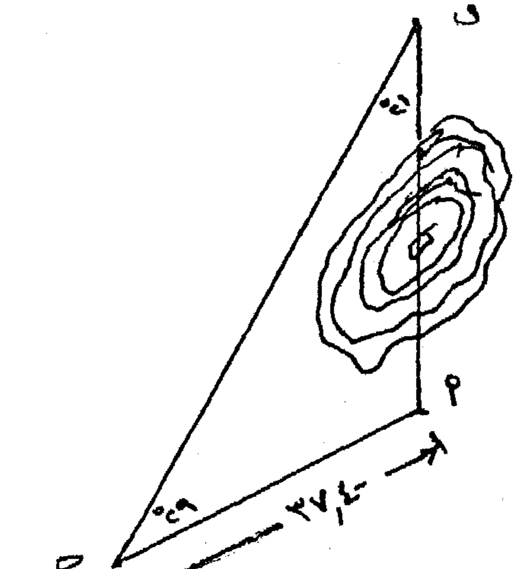
(٤٨) نظرا لوجود عائق بين النقطتين أ ، ب عند إيجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبيناً بالشكل أوجد البعد أ ب.

(٤٩) نظراً لوجود عائق بين النقطتين أ ، جـ عند ايجاد المسافة بينهما أخذت القياسات كما هو مبيناً بالشكل أوجد البعد أ جـ.

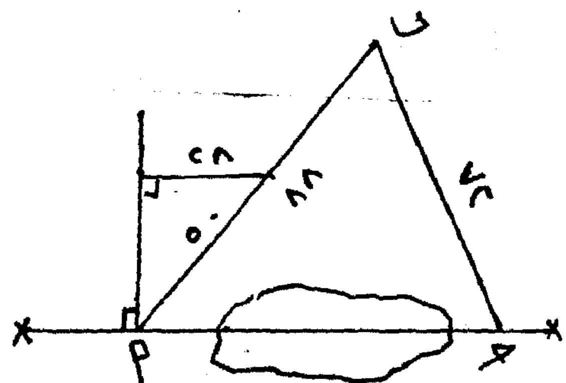
(٥٠) لإيجاد المسافة أ ب فى الشكل المبين رصدت المسافة أ جـ فكانت ٢٠٠متر والمسافة جـ هـ = ٦٠ متر والزاوية جـ هـ د = ٩٠° والمسافة هـ د = ٢٣,٧٨ متر أوجد المسافة أ ب.



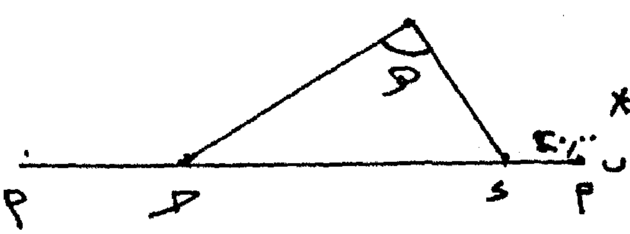
(٤٧)



(٤٨)



(٤٩)



(٥٠)

الباب الثانى

مقاييس الرسم

Scales

الباب الثانى

مقاييس الرسم

٢-١- مقدمة

من الطبيعى أنه لايمكن رسم خرائط لمنطقة معينة بأبعادها الطبيعية لذلك نضطر لتصغير هذه الأبعاد لإمكان رسمها على الورقة وذلك بنسب تصغير مناسبة تتوقف هذه النسبة على:

١- أهمية العمل المراد إنشاء الخريطة له.
٢- أبعاد اللوحة التى ترسم عليها الخريطة.
٣- نوع الخريطة من حيث الغرض التى تنشأ من أجله.

ولذا يجب تحويل الأبعاد فى الطبيعة الى نسبة معينة منها وتسمى بمقياس الخريطة أو مقياس الرسم بمعنى آخر أن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين طول أى بعد على الخريطة والطول المقابل له فى الطبيعة فمثلاً إذا قيس طول على الخريطة فكان مقداره ١٠ سم وكان هذا الطول يمثل على الطبيعة ٥ كم فإن مقياس الرسم يكون (١٠ : ٥ × ١٠٠٠ × ١٠٠) أى يساوى ١ : ٥٠٠٠٠ ويقرأ واحد الى خمسين ألف.

٢-٢- أنواع مقاييس الرسم:

تنقسم مقاييس الرسم المستعملة فى المساحة الى نوعان:

أ- المقاييس العددية:

وهى نسبة ثابتة عبارة عن كسر أعتيادى بسطه الواحد الصحيح ومقامه العدد الدال على مقدار الطول الطبيعى والمساوى له ويكون مقياس الرسم نسبة مثل ١ : ٥٠٠٠ وأحيانا كسر اعتيادى مثل $\frac{١}{٥٠٠٠}$.

ب- المقاييس التخطيطية:

لتعيين الأطوال على الطبيعة بإستخدام المقياس العددى لابد لنا من أجراء عمليات حسابية على الأطوال الموجودة على الخريطة. ويمكن

الأستغناء عن هذه العمليات الحسابية التى تتم كل مرة لتعيين طول معين على الطبيعة وذلك برسم مقياس الرسم للخريطة بطريقة معينة ويعين من هذا المقياس الأطوال بصورة مباشرة وتعرف هذه المقاييس بالمقاييس التخطيطية ومزايا هذه المقاييس:

١- توفير الوقت وقلة أحتمال الخطأ.
٢- أبسط من المقاييس العددية خصوصاً إذا كانت القطعة المراد رسمها تحتوى على خطوط كثيرة.
٣- برسم المقياس التخطيطى فى أسفل الخريطة فتتعرض هذه المقاييس لنفس العوامل المؤثرة على الخريطة بمعنى أن أى تغير يطرأ على الخريطة من تمدد أو إنكماش يقابله تغير مماثل على مقياس رسم الخريطة وتنقسم المقاييس التخطيطية الى مقاييس تخطيطية بسيطة ومقاييس شبكية.

٢-٢-١- المقاييس التخطيطية البسيطة:

المقاييس التخطيطية البسيطة تعرف احياناً بالمقاييس الطولية وهى عبارة مسطرة صغيرة مرسومة أعلى أو اسفل الخريطة. والأمثلة التالية توضح كيف يمكن تصميم هذه المقاييس:

مثال١: أرسم مقياس رسم بسيط ١ : ١٠٠٠ بدقة ٢ متر

الحل:

معنى هذا المقياس أن وحدة الطول على الخريطة يقابها ١٠٠٠ وحدة من هذا الطول فى الطبيعة فنقول:

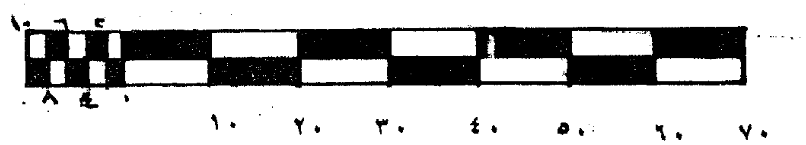
١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠٠٠سم
١ سم على الخريطة يقابله فى الطبيعة ١٠ متر

لرسم هذا المقياس نرسم خط مستقيم بطول مناسب ونأخذ عليه أقسام متساوية طول كل قسم ١ سم ويكتب عليها ما تساويها فى الطبيعة وهى ١٠ متر. وبمقياس الرسم هذا يكون أصغر قسم يمكن معرفته هو ١٠متر وحيث أن الدقة المطلوبة من المقياس هى ٢متر بمعنى آخر أن أقل قراءة على المقياس تساوى ٢متر لذلك نأخذ قسم (١سم) على يسار القسم الأول ونقسمه الى عدد من الأجزاء يمكن تحديدها من العلاقة الآتية:

$$\text{عدد أقسام المقياس} = \frac{\text{ما يمثله الوحدة}}{\text{الدقة المطلوبة}}$$

عدد أقسام المقياس = ١٠متر / ٢متر = ٥ أقسام

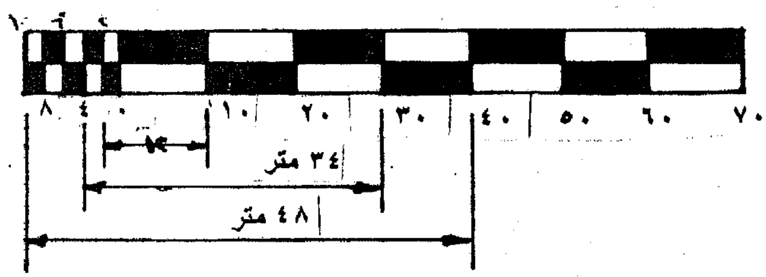
بتقسيم القسم الأيسر الى خمس أجزاء كل جزء يساوى ٢متر. كما يوضح الشكل التالى:



مقياس رسم بسيط (١ : ١٠٠٠)

مثال٢: فى المثال السابق بين على المقياس الأبعاد ١٢ متر، ٣٤متر، ٤٨ متر

الحل:



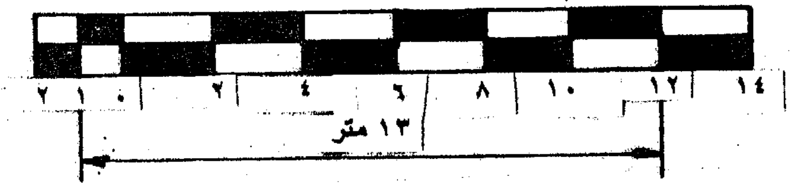
مثال٣: أرسم مقياس رسم بسيط ١: ٢٠٠ بدقة ١متر مبينا عليه البعد ١٣متر.

الحل:

كل ١سم على الخريطة يقابله ٢٠٠سم فى الطبيعة

كل ١سم على الخريطة يقابله ٢متر فى الطبيعة

عدد الأقسام = ٢ / ١ = ٢ قسم



مقياس رسم بسيط (١ : ٢٠٠)

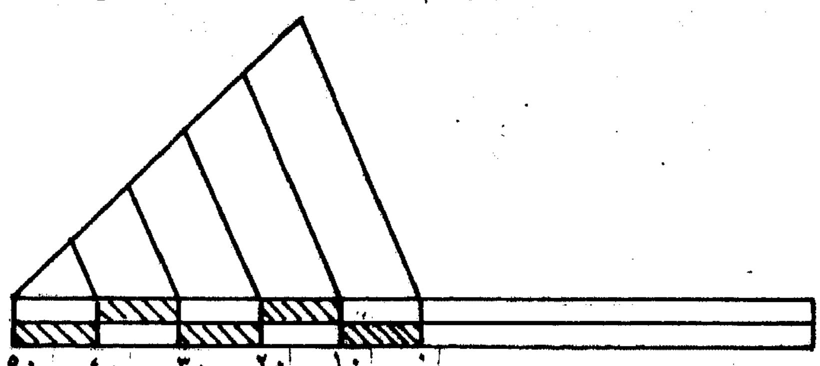
مثال ٤ : أرسم مقياس بسيط ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ قصبات.

الحل:

١ قصبة على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
٣,٥٥ متر على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥٠٠ قصبة
٣,٥٥سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة
٧,١ سم على الخريطة يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة

ويلاحظ أننا لم نقف عند الحد ٣,٥٥ سم يقابلها فى الطبيعة ٢٥ قصبة بل أخذنا الحد ٧,١ سم يقابلها فى الطبيعة ٥٠ قصبة وذلك لعدم أمكان تقسيم ٣,٥٥ أو رسمها بالمسطرة العادية.

وهنا نجد انه لا يمكن تقسيم خط طوله ٧,١سم الى ٥ اقسام باستعمال المسطرة لذلك نستعمل طريقة هندسية معروفة وهى أننا نرسم أى خط من أحد طرفى فى الجزء الأخير ونأخذ عليه ٥ أطوال متساوية معروفة ٢سم مثلاً ونصل نهايتها بنهاية الجزء ونرسم موازيات لهذا الخط من نقط التقسيم.



مقياس رسم بسيط (١ : ٢٥٠٠)

٢-٢-٢- المقاييس الشبكية

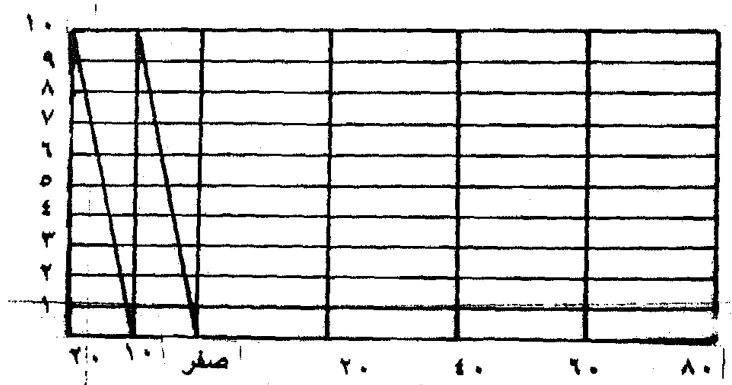
يستعمل هذا المقياس لنفس الغرض الذى يستعمل له مقياس الرسم البسيط إلا أنه يمكننا بواسطته تعيين الأطوال القصيرة التى لايمكن تعيينها بواسطة المقياس البسيط وذلك فى الحالات التى لايمكن فيها تقسيم القسم الذى على يسار الصفر الى العدد المطلوب من الأقسام. وفيما يلى أمثلة لتوضيح كيفية تصميم المقاييس التخطيطية الشبكية.

مثال ١ : صمم مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ بين أمتارا صحيحة.

الحل:

١ متر فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠متر.
١٠٠سم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠٠٠متر.
١سم فى الخريطة يقابلهم فى الطبيعة ٢٠متر.

ونرسم مستقيماً أفقياً على الخريطة ونقسمه الى اقسام رئيسية متساوية كل منها يساوى ١سم ويبين ٢٠متر فى الطبيعة ونبين الأبعاد المقابلة لها أبتداء من صفر، ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ وهكذا ونأخذ قسماً على يسار الصفر قيمته ٢٠ متراً وهو يساوى فى الخريطة ١سم والمطلوب أن يبين المقياس ١متر ومن البديهى أنه لايمكن تقسيم ١سم الى ٢٠ قسماً. لذلك نقسم الجزء الأساسى الى قسمين كل منهم يساوى ١٠ أمتار ثم نقيم على المقياس الأساسى أعمدة من النقط الأساسية للجزء الذى على يسار الصفر ونأخذ عليه ١٠ ابعاد متساوية ونرسم منها خطوط موازية للمقياس الأساسى ثم نصل قطرى المستطيلين المكونين فى القسم الذى على يسار الصفر والقطر المائل المجاور له ويحصر هذا القطر مسافات الخطوط المتوازية تكون على الترتيب من أسفل الى أعلى ١متر، ٢متر، ٣متر وهكذا يكون المقياس المطلوب إنشاؤه هو المبين بالشكل التالى:



ويلاحظ فى هذا المثال أنه يمكن التحكم فى أقل وحدة على المقياس الرئيسى وعلى ذلك يمكن تحديد عدد الأقسام لكى يمكن الحصول على أقل قراءة.

$$\text{عدد الأقسام الرأسية} = \frac{\text{أقل وحدة على المقياس الرئيسى}}{\text{أقل قراءة مطلوبة (الدقة المطلوبة)}}$$

مثال٢: أرسم مقياسا تخطيطيا ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١ ذراع

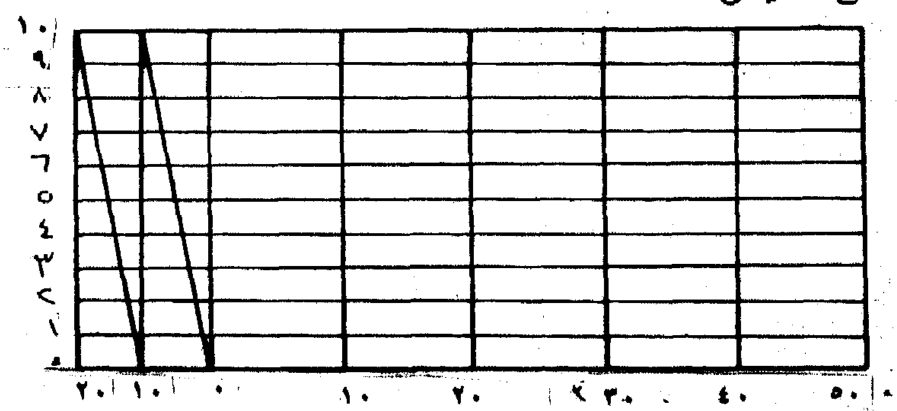
الحل:

١ ذراع يقابلها فى الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧٥سم يقابلها فى الطبيعة ١٠٠٠ ذراع
٧,٥سم يقابلها فى الطبيعة ١٠٠ ذراع
١,٥سم يقابلها فى الطبيعة ٢٠ ذراع

ولذا نرسم خطاً مستقيما ونأخذ عليه أقسام رئيسية طول كل منها ١,٥سم لتبين ٢٠ ذراع فى الطبيعة مع أعتبار أخذ القسم الذى على يسار الصفر لتقسيمه الى قسمين كل منها ١٠ أذرع. والآن لتعيين الأقسام الرئيسية وعددها نجد:

عدد الأقسام الرأسية = أقل وحدة / أقل قراءة = ٢٠ / ١ = ٢٠ أقسام

ولذا تتبع نفس الخطوات التى فى المثال السابق ونصل قطرى المستطيلين لنحصل على أقل قراءة وهى ١ ذراع. وبين الأطوال ٣٥ ، ٨٤ ، ١١٦ذراع على المقياس.

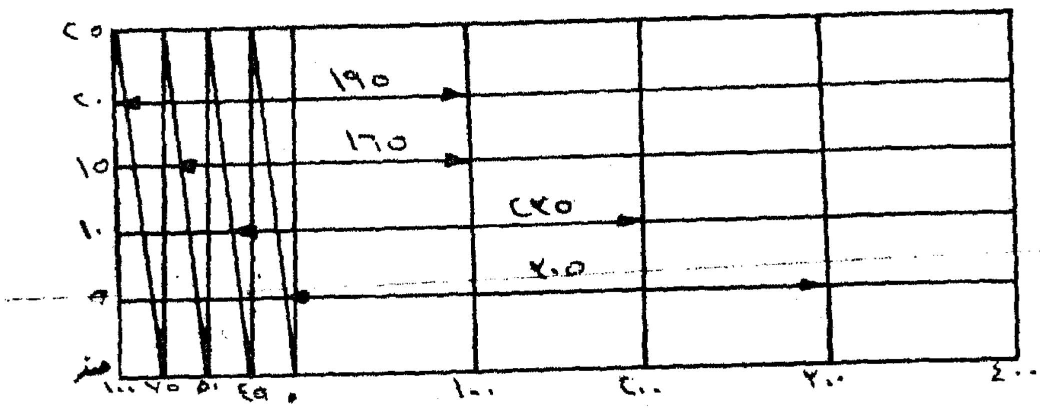


مثال٣: أرسم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠٠ يقرأ ٥ مترا.

الحل:

١متر يقابله فى الطبيعة ٥٠٠٠ مترا
١سم يقابله فى الطبيعة ٥٠ مترا
٢سم يقابله فى الطبيعة ١٠٠ مترا

عدد الأقسام = ١٠٠ / ٥ = ٢٠ أقسام

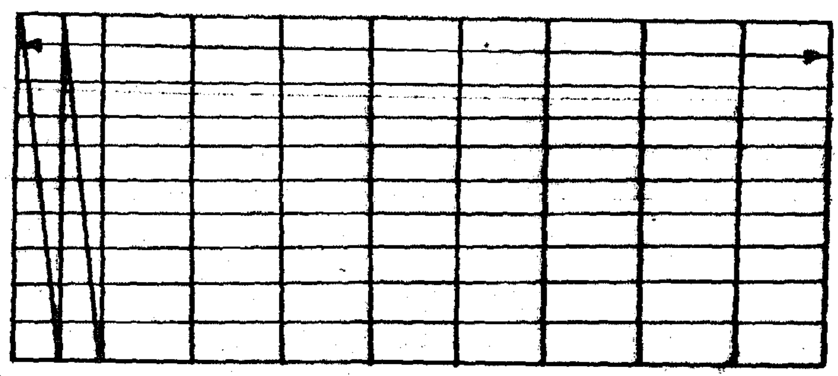


مثال٤: أرسم مقياس شبكى لخريطة مرسومة بمقياس ١ : ٢٠٠ يبين الى عشرة سنتيمترات وبين عليه الطول ١٦,٩٠ مترا.

الحل:

٢٠٠ متر على الطبيعة يمثلها ١٠٠ سم على الخريطة
١ متر على الطبيعة يمثلها ٠,٥ سم على الخريطة
٢ متر على الطبيعة يمثلها ١ سم على الخريطة

عدد الأقسام = $\frac{٢}{٠,١}$ = ٢٠ قسم



إذا أردنا توقيع خط قسنا طوله فى الطبيعة وليكن ٦,٩٠ مترا على الخريطة فأننا نفتح البرجل بطول المقياس كله (أى ٦ مترا) ويبقى ٠,٩٠ مترا هو طول الجزء هـ و.

٢-٣- إيجاد الطول الحقيقى لخط مرسوم على الخريطة:

إذا قسنا خطاً من الخريطة وأردنا معرفة ما يقابله على الطبيعة فيمكن بيان ذلك من المثال التالى:

مثال: أرسم مقياساً شبكياً ١ : ٢٠٠٠ دقته قصبة واحدة. بين كيف تحدد طول خط (س ص) فى الطبيعة إذا كان هذا الخط (س ص) بالرسم هو الذى يمثله فى الخريطة.

الحل:

١ قصبة على الخريطة تقابل ٢٠٠٠ قصبة فى الطبيعة

٣,٥٥سم تقابل ٢٠ قصبة فى الطبيعة

١,٧٧٥سم تقابل ١٠ قصبة فى الطبيعة

وقد حددنا ١٠ الآن لأن الجزء الفرعى

= دقة المقياس × عدد الأقسام الرأسية

= ٢ × ١٠ = ١٠ قصبة

نأخذ القسم الرأسى = ٢٠ قصبة

عدد الأقسام الفرعية = $\frac{٢٠}{١٠}$ = ٢

يرسم المقياس الشبكى بالطريقة السابقة، ولتحديد طول س ص نتبع الخطوات التالية:

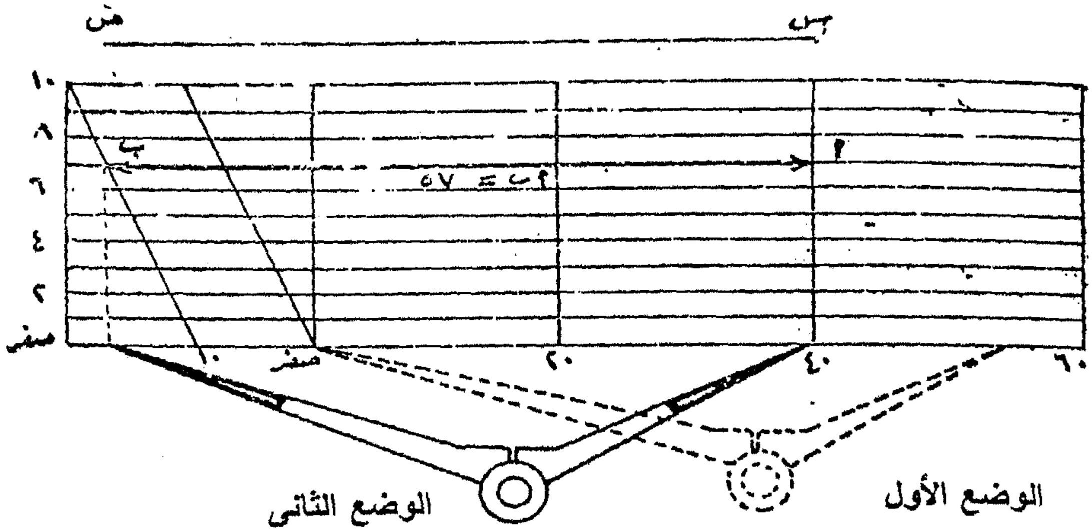
١- نفتح الفرجار بطول س ص (وإذا كان أكبر من طول المقياس كله فتقسم الى أكثر من جزء)

٢- نضع سن الفرجار الأيسر على صفر التدريج فى المقياس مع وضع السن الأيمن على حافة المقياس.

٣- نزحزح السن الأيسر حتى يقع السن الأيمن على طرف أول قسم رئيسى كما هو مبين فى الوضع الثانى للفرجار.

٤- نحرك طرفى الفرجار الى أعلى بشرط أن يظل الطرف الأيمن على الخط الرأسى أما الطرف الأيسر فيظل مع السن دائماً على خط أفقى واحد الى أن يقطع السن الأيسر خطاً مائلاً عند نقطة وبذلك يكون سنا الفرجار قد أخذا وضعاً يحصران فيه المسافة المبينة أ ب ويكون طول الخط س ص على الطبيعة

= ٢ × ٢٠ + ١ × ١٠ + ٧ = ٥٧ قصبة



٢-٤- العلاقة بين خطوط الخريطة وما يقابلها فى الطبيعة:

قد يحدث أحياناً أن توجد خط أو مساحة معينة من خريطة بمقياس رسم يختلف عن مقياس رسم الخريطة التى رسمت به. فإذا رمزنا لمقياس الرسم المرسوم به الخريطة $م_1$ والمقياس المطلوب $م_2$.

فيكون الطول المطلوب = الطول المرسوم × $\frac{م_1}{م_2}$

المساحة المطلوبة = المساحة المرسومة × $\left(\frac{م_1}{م_2}\right)^2$

مثال ١: رسم خط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ولكن عند قياسه قدر طوله بواسطة مقياس ١: ٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ١٠٠متر فما هو طوله الحقيقى؟

الحل: الطول الحقيقى = الطول المقاس × $\frac{م_1}{م_2}$

$$= ١٠٠ \times \frac{١ \times ٢٥٠٠}{٢٠٠٠ \times ١} = ١٢٥ \text{مترا}$$

مثال ٢: رسمت قطعة أرض على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وحسبت مساحتها بأعتبار أن مقياس الرسم هو ١ : ١٠٠٠ فكانت ٢٥ هكتار فما هى المساحة الحقيقية لها؟

الحل: المساحة الحقيقية = المساحة المقاسة × $\left(\frac{م_1}{م_2}\right)^2$

$$= ٢٥ \left(\frac{١ \times ٢٥٠٠}{١٠٠٠ \times ١}\right)^2 = ١٥٦,٢٥ \text{ هكتار}$$

تمارين على الباب الثانى

(١) صمم مقاييس الرسم التالية:
أ ـ صمم مقياس رسم بسيطا ١ : ١٠٠٠ يقرأ ٢ متر.
ب ـ صمم مقياس رسم بسيطا ١ : ٢٥٠٠ يقرأ ١٠ ذراع.
جـ ـ صمم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠ يقرأ ٢ قصبة.
د ـ صمم مقياس شبكى ١ : ٥٠٠٠ يقرأ ٥ متر.
هـ ـ صمم مقياس شبكى ١ : ٩٠٠ يقرأ ٢,٢٥ بوصة.
و ـ صمم مقياس شبكى ١ : ٦٠٠ يقرأ ١,٥ متر.
ح ـ صمم مقياس شبكى ١ : ١٠٠٠ يقرأ ١,٥ ذراع.

(٢) صمم مقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ يعطى أمتار صحيحة وأخر ١ : ١٠٠٠ يعطى أمتار صحيحة.

(٣) صمم مقياس رسم الدقيق مقياس رسم شبكى لأستخدامه مع خريطة بمقياس رسم ١ : ١٥٠٠ ودقة واحد معمارى وبين على الرسم الطوال ٧٧ ذراع.

(٤) أرسم خريطة بمقياس ١ : ٣٠٠ احتجت لتصميم مقياس لأستعمله فى التوقيع صمم هذا المقياس مع الرسم الدقيق إذا كانت دقة التوقيع ٦٠سم.

(٥) أرسم مقياس رسم شبكى ١ : ٢٥٠٠ ليقرأ أمتار صحيحة.

(٦) لتوقيع خريطة مساحية مقياس رسمها ١ : ٥٠٠ احتجت لتصميم مقياس شبكى للحصول على الدقة اللازمة (٠,١ متر) أرسم المقياس بدقة مبينا عليه الطول، ١٧,٧ متر لو كانت هذه الخريطة تستخدم لمشروع لا يحتاج لهذه الدقة بل كانت خمسة أضعافها كافية. أرسم المقاس المناسب.

(٧) أرسم مقياس رسم شبكى لتوقيع خريطة مقياس رسمها ١ : ١٥٠ بدقة ٢٠ سم.

(٨) أرسم مقياس رسم شبكى ١ : ٤٠٠ يقرأ ٠,٢ من القصبة ـ استعمل هذا المقياس فى رسم قطعة أرض رباعية الشكل أ ب = ١٢,٨ قصبة، ب جـ = ٨,٢ قصبة جـ د = ١٢,٦ قصبة، د أ = ١١,٢ قصبة، د ب = ١٤,٢ قصبة استنتج طول القطر أ جـ.

الباب الثالث

الخرائط المساحية

SURVEY MAPS

الباب الثالث

الخرائط المساحية

SURVEY MAPS

٣-١- مقدمة:

لما كان الهدف الأساسى هو دراسة وتعيين شكل الأرض وتمثيله على خرائط بمقاييس رسم مختلفة يمكن إستعمالها فى المشاريع الهندسية والزراعية لذلك فقد كان من الضرورى ترتيب هذه الخرائط حسب مقاييس رسمها وأنواعها وأغراضها وذلك حتى يمكن الأستدلال عليها ومعرفة موضعها بالنسبة لمجموعة من الخرائط.

٣-٢- أنواع الخرائط

- الخرائط الطبوغرافية: Topogrphic Maps

وهذا النوع يبين بالإضافة الى التفاصيل والحدود الطبيعية والصناعية فأنه يمكن تمثيل الأرتفاعات والإنخفاضات ممثلة بطريقة الألوان أو التظليل أو بخطوط الكنتور. وتعتبر الأخيرة أدق طرق تمثيل الأرتفاعات والإنخفاضات. وتكون هذه الخرائط عادة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ أو ١ : ١٠٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ وهذا النوع من الخرائط يستعمل فى المشروعات الهندسية والزراعية والعمرانية (الرى والصرف ـ توليد الكهرباء ـ تخطيط الطرق ـ المدن والمطارات وأختيار مواقع أبراج التيار الكهربائى العالى) وكذلك فى أوقات الحروب. وهذه الخرائط تعتبر الأساس لأنشاء خرائط ذات مقياس كبير لأجزاء المنطقة. أما الخرائط التى بمقياس ١ : ٢٥٠٠ تعرف بالخرائط الزراعية أو خرائط فك الزمام.

- الخرائط التفصلية (كادستريالية): Cadastral Maps

وهذه الخرائط توضح حدود وتفاصيل الملكيات الزراعية والعقارية والخرائط التفصلية تعرف فى مصر بخرائط تفريد المدن وهى بمقياس ١ : ٥٠٠ أو ١ : ١٠٠٠.

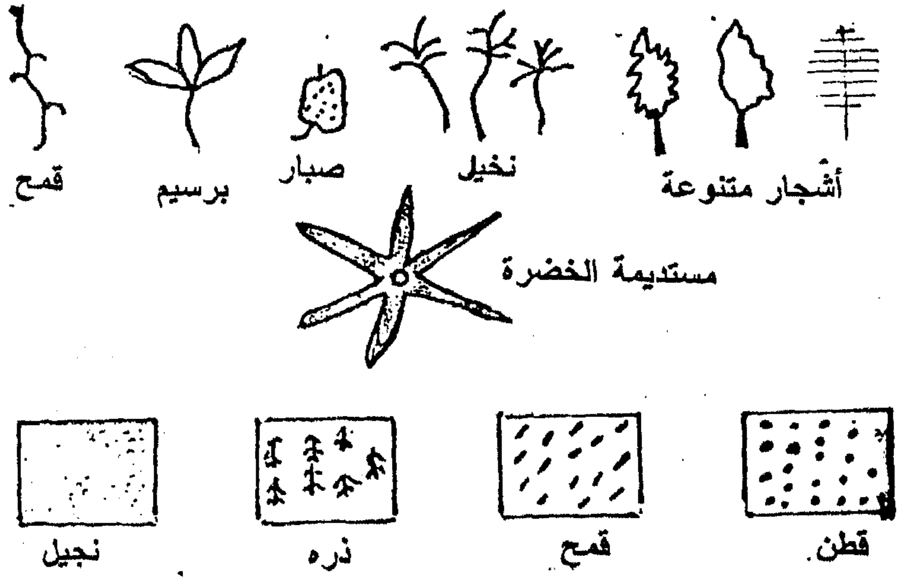
ومن أهم استعمال هذا النوع من الخرائط هى:
أ- تحديد ملكيات الأراضى الزراعية والعقارات.
ب- تقسيم الملكيات وتعديلها.
جـ- تخطيط المشاريع النهائية.

بالإضافة الى هذين النوعين توجد عدة أنواع أخرى من الخرائط منها الخرائط البحرية والخرائط جيولوجية والخرائط الجيوفيزمائية.

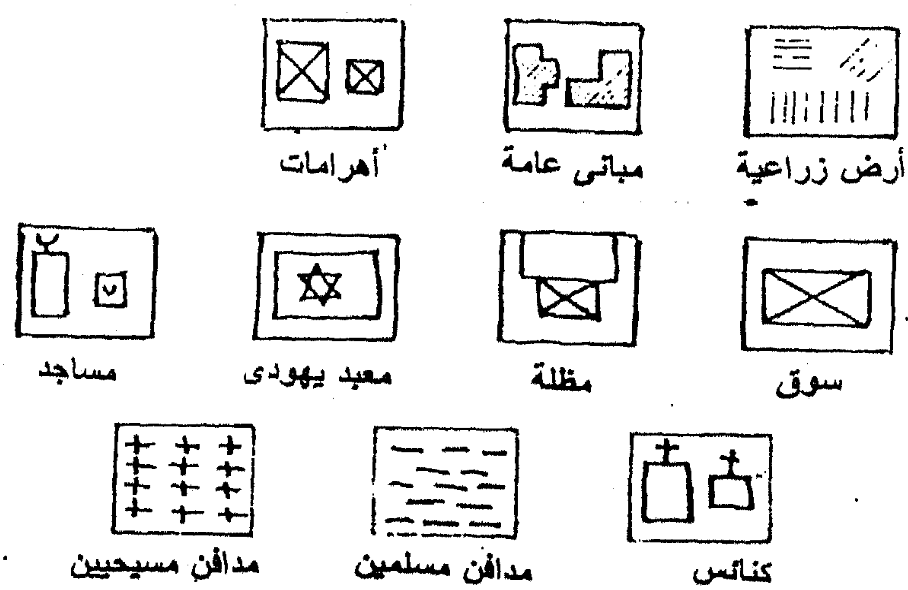
٣-٣- رسم الخرائط

عندما يراد رسم خريطة لمنطقة ما يجب أولا أختيار المقياس المناسب لها ثم يرسم هيكل المنطقة مع بيان مواضع النقط ويرسم دوائر عليها وتوقع على الخريطة الأبعاد والإحداثيات المأخوذة أثناء عملية التحشية. ثم توصل النقط أثناء الرسم بعضها ببعض لأظهار التفاصيل المطلوبة ثم تحبير الخريطة بعد إتمامها ويراعى رسم الأتجاه الشمالى عليها ويجب أن تحتوى الخريطة على كافة التفاصيل مستخدما الإصطلاحات المتبعة فى مصلحة المساحة وذلك بغرض فهم الخريطة كما يراعى تلوين أجزاء الخريطة طبقا لدلالتها بالألوان المتفق عليها فى مصلحة المساحة أيضا. وحتى نوقع أكبر كمية ممكنة من المعلومات على الخريطة لابد من اختيار طريقة سليمة وواضحة وسهلة التمييز للتعبير عن الأماكن المختلفة والمبانى والإنشاءات وخطوط الحدود والكبارى والطرق وغيرها. لذلك لابد من معرفة هذه الإشارات والإصطلاحات التى وضعتها مصلحة المساحة فى مصر حتى يمكن قراءة الخريطة وفهم ما تدل عليها بأسرع ما يمكن.

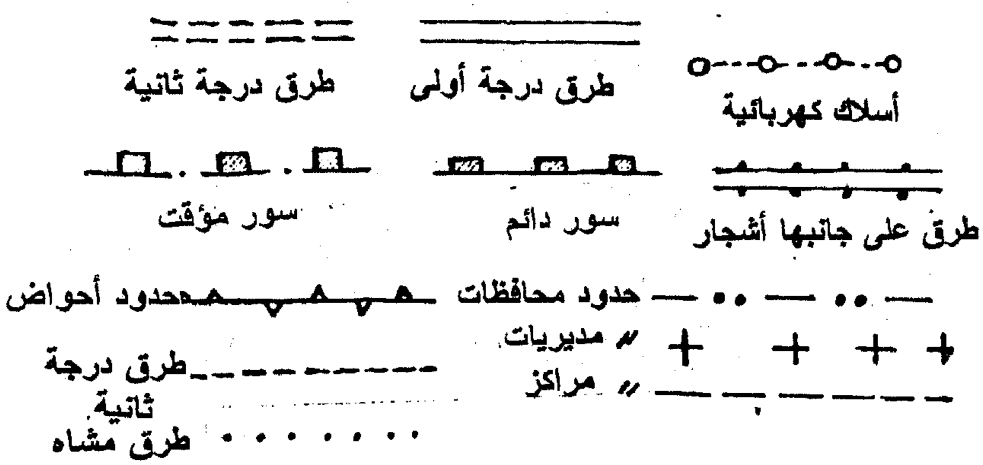
وتحتوى الخرائط عادة فى إحدى أركانها على جدول يبين الإصطلاحات الموجودة فى الخريطة ومدلولها. والأشكال (٣-١) و (٣-٢) و(٣-٣) تبين بعض الإصطلاحات المتبعة فى رسم الخرائط.



شكل (٣-١) المصطلحات الخاصة بالزراعات



شكل (٣-٢) مصطلحات المبانى



شكل (٣-٣) خطوط الحدود والطرق والسكك

٣-٤- نسخ الخرائط

كثيراً ما يطلب أكثر من نسخة لخريطة واحدة ولذلك يتم نسخ الخرائط لأمكانية تبادلها بأحدى الطرق الآتية:

- **من دفتر الغيط**

من واقع البيانات الموجودة بدفتر الغيط والمأخوذة أثناء عملية التحشية يتم إعادة رسم الخريطة مرة أخرى وهذه الطريقة غير عملية.

- **التقسيم الى مثلثات أو مربعات**

تستخدم هذه الطريقة إذا كانت أغلب رسومات الخريطة خطوط مستقيمة. حيث تقسم الخريطة الى مجموعة من المثلثات ثم تنقل هذه المثلثات على النسخة المطلوبة بواسطة الفرجار وتنقل معه تقاطع الحدود مع أضلاع المثلثات. وغالباً ما تقسم الخريطة الى مربعات تتناسب عددها حسب أهمية العمل والدقة المطلوبة ومقياس الرسم وكمية التعرجات بالخريطة.

- **التصوير والطبع**

وهى أحسن وأحدث الطرق المستخدمة فى النسخ خصوصاً بعد توافر آلات التصوير.

٣-٥- تكبير وتصغير الخريطة

نحتاج الى تكبير الخريطة فى بعض الأحيان للحصول على بعض التفاصيل الدقيقة أو لتوقيع بعض المشاريع، معنى ذلك اننا نريد الحصول على خريطة بمقياس رسم أكبر حيث يتوفر الدقة فى العمل كما يحتاج الأمر لضم بعض الخرائط ذات المقاييس الكبيرة لمناطق متجاورة لذا فتصغر هذه الخرائط بمقياس رسم مناسب كما يحدث كثيراً فى عمليات حصر الأراضى ويتم تكبير أو تصغير الخرائط بأحدى الطرق الآتية:

- **من دفتر الغيط**

من واقع البيانات الموجودة بدفتر الغيط والمأخوذة أثناء عملية التحشية يتم نسخ خريطة جديدة ولكن بمقياس الرسم الجديد وبالطبع فهذه الطريقة غير عملية.

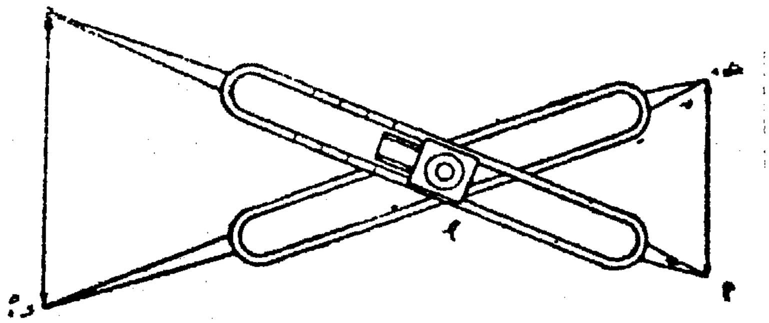
- **التقسيم الى مربعات**

بتقسيم الخريطة الى مربعات تتناسب عددها حسب أهمية العمل والدقة المطلوبة وكمية التعرجات بالخريطة. ثم نرسم مربعات جديدة تتناسب أضلاعها مع مقياس الرسم المطلوب وتنقل تقاطع الحدود والنقاط داخل المربع وتوقع على الخريطة الجديدة مع مراعاة النسبة بين مقياسى الرسم.

- **فرجار التناسب:**

يستعمل فرجار التناسب فى تكبير وتصغير الخريطة وهو عبارة عن ساقين من المعدن أب ، جـ د ينتهى طرف كل منهما بسن مدبب وفى وسط كل منهما مجرى تتحرك فيها قطعة معدنية ذات ثقب عند المحور ومركب عليها صامولة (شكل ٣-٤) ويوجد فى وجه كل من الساقين وعلى جانبى المجرى تقاسيم مدرجة لكى تعطى النسبة المطلوبة للتكبير والتصغير.

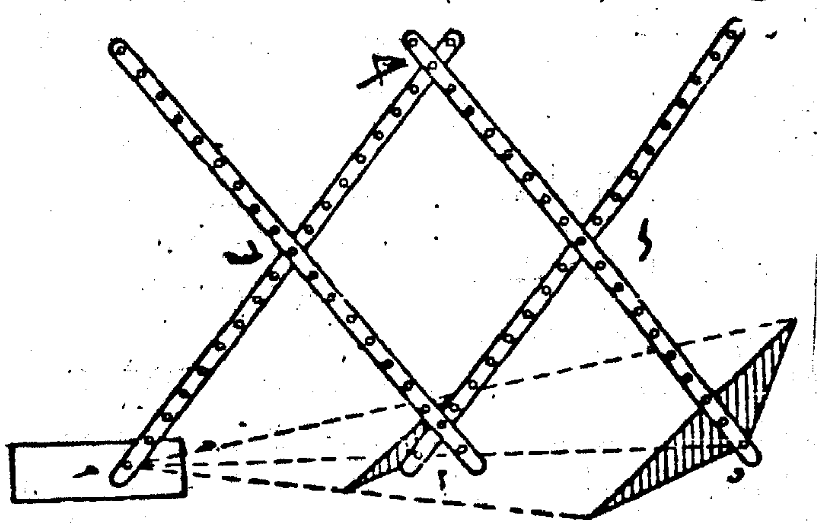
ونظرية فرجار التناسب أن الساقين يصبحان رافعة محور أرتكازها المسمار " م " ويمكن تغيير موضع محور الأرتكاز فتتغير تبعا لذلك كلا الساقين أ جـ ، ب د والنسبة بينهما. ولأستعمال فرجار التناسب فى تكبير خريطة ما بنسبة ١ : ٣ مثلا نحرك القطعتين معا المجرى ونجعل العلامة المحفورة على القطعة المعدنية على الخط المرقم بـ ٣ ونربط الصامولة وتأخذ الأبعاد من الخريطة الموجودة بالسنتين الصغيرتين أ ، جـ وتوقع على الخريطة ذات المقياس أكبر بواسطة السنتين الكبيرتين ب ، د.



شكل (٣-٤) فرجار التناسب

- **البانتوجراف**

هو جهاز يمكن بواسطته تكبير وتصغير الخرائط بسرعة ودقة. وهو عبارة عن أربعة أنابيب متصلة ببعضها أتصالاً مفصليا عند النقط أ، ب، جـ، د بحيث يكون الشكل أ ب جـ د فى أى وضع من أوضاع الجهاز عبارة عن متوازى أضلاع أو معين (شكل ٣-٥).



شكل (٣-٥) البانتوجراف

ويوجد على أمتداد الضلع جـ ب النقطة "هـ" وهى عبارة عن ثقل يتحرك على هذا الضلع ويطلق عليها القطب. والنقطة " أ " عبارة عن راسم ينتهى بقلم صلب أو قلم رسم. والساقان ب أ ، ب هـ مدرجان بتقاسيم خاصة تعطى نسبا للتكبير أو التصغير بحيث إذا ثبتنا كل من الراسم أ والثقل هـ على نسبة معينة من هذه التقاسيم فإن النقط الثلاث هـ ، أ ، و تكون على أستقامة واحدة. حيث:

$$\frac{\text{هـ ب}}{\text{هـ جـ}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{جـ و}} = \frac{\text{هـ أ}}{\text{هـ و}}$$

ويستعمل الجهاز بتثبيت الثقل عند القطب هـ ويركب فى الراسمان أ،و قلم صلب فى أحدهما وقلم الرسم فى الآخر ويمرر القلم الصلب الموجود فى " أ " مثلاً حول محيط الشكل الأصلى ليرسم قلم الرسم فى " و " شكلاً مماثلاً للشكل الأول مكبراً بالنسبة المطلوبة.

– **التصوير والطبع**

وهى أحسن وأحدث الطرق المستخدمة فى التكبير والتصغير بنسب مختلفة وذلك باستخدام ماكينات التصوير.

٣–٦– تمدد وإنكماش الخرائط

يتعرض ورق الخرائط الى التمدد والإنكماش نتيجة لإختلاف درجات الحرارة والرطوبة فى الجو وعلى ذلك يحدث تغيير فى أبعاد الورقة نفسها وتكون المقاسات صحيحية إذا كانت مأخوذة بمقياس رسم المرسوم على الخريطة نفسها حيث أنه يتأثر بنفس الظروف ويتغير بنفس النسبة التى يتغير بها الخريطة. أما فى حالة إستعمال مسطرة فإن المقاسات المأخوذة من الخريطة يكون بها خطأ لذلك يجب عمل التصحيح اللازم ويتم ذلك برسم خط فى الخريطة معلوم طوله ثم نقارنه بالطول على الطبيعة فيمكن تحديد نسبة التمدد أو الأنكماش.

فإذا كان معامل الإنكماش هو $\frac{1}{\text{ش}}$ وهى النسبة بين قيمة الإنكماش على الورقة لأى خط على الطبيعة ويجب أن لاتتعدى ١ : ٤٠٠.

المساحة بعد الإنكماش
= المساحة الحقيقية (١ - ضعف معامل الإنكماش)

مثال١: عند قياس خط على الخريطة فوجد ٩٩,٩سم بينما طوله كان ١٠٠سم ثم قيست مساحة قطعة أرض على نفس الخريطة فوجدت ٩٩,٢٠٠م² إحسب المساحة الحقيقية.

الحل:

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{١٠٠ - ٩٩,٩}{١٠٠} = \frac{٠,١}{١٠٠} = \frac{١}{١٠٠٠}$$

المساحة بعد الإنكماش
= المساحة قبل الإنكماش (١ - ضعف معامل الإنكماش)

$$٩٩,٨٠٠ = \text{المساحة الحقيقية} \left(١ - \frac{٢}{١٠٠}\right)$$

= المساحة الحقيقية (٠,٩٩٨)

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{٩٩٨٠٠}{٠,٩٩٨} = ١٠٠,٠٠٠ \text{ متر مربع}$$

مثال٢: فى خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٥٠٠ وجد أن خط طوله ٩٠ سم أصبح ٨٩,٥٥ سم فإذا قدرت مساحة قطعة أرض فى هذه الخريطة فكانت ٦٠سم² . أوجد المساحة الحقيقية لهذه الأرض بالفدان وكسوره.

الحل:

$$\text{معامل الإنكماش} = \frac{٩٠ - ٨٩,٥٥}{٩٠} = \frac{٠,٤٥}{٩٠} = ٠,٠٠٥$$

المساحة المقاسة الخريطة ٦٠سم² وتعادل على الخريطة

∴ المساحة المقاسة على الطبيعة =

$$٦٠ \times \frac{(٢٥٠٠)^2}{١ \times ١٠٠ \times ١٠٠} = ٣٧٥٠٠ \text{ مترمربع}$$

المساحة بعد الإنكماش

= المساحة الحقيقية (١ − ضعف معامل الإنكماش)

= المساحة الحقيقية (١−٢ × ٠,٠٠٥)

∴ المساحة الحقيقية = $\frac{٣٧٥٠٠}{١ - ٠,٠١}$ = ٣٧٨٧٨,٧٨٧ مترمربع

المساحة الحقيقية = $\frac{٣٧٨٧٨,٧٨٧}{٤٢٠٠}$ = ٩,٠١٨٨ فدان

مثال٣: خط طوله ٦٠ سم على الخريطة فوجد ٥٩,٨٥سم وقيست مساحة قطعة أرض على نفس الخريطة فوجدت ١٨٠٠٠ م^{٢} ــ ماهى المساحة الحقيقية؟

الحل:

معامل الإنكماش = $\frac{٦٠ - ٥٩,٨٥}{٦٠}$ = $\frac{٠,١٥}{٦٠}$ = $\frac{١}{٤٠٠}$

المساحة بعد الإنكماش

= المساحة الحقيقية (١ − ضعف معامل الإنكماش)

١٨٠٠٠ = المساحة الحقيقية (١ − $\frac{٢}{٤٠٠}$)

١٨٠٠٠ = المساحة الحقيقية (١ − $\frac{١}{٢٠٠}$)

١٨٠٠٠ = المساحة الحقيقية × ٠,٩٩٥

المساحة الحقيقية = $\frac{١٨٠٠٠}{٠,٩٩٥}$ = ١٨٠٩٠,٤٥ مترا مربعا

٣−٧− تركيب أو ترتيب الخرائط

توجد عدة طرق لترتيب الخرائط وذلك حسب مقاييس الرسم وأنواعها والأغراض المستعملة من أجلها الخريطة. والغرض من هذا الترتيب هو إمكانية الأستدلال على الخرائط بسرعة وكذلك لتحديد مكانها بالنسبة للخرائط المجاورة الأرض. وبصفة عامة توجد طريقتان لترتيب الخرائط للأراضى المصرية كما يلى:

أولاً طريقة الأتجاه:

هذه الطريقة لاتستخدم الآن كثيرا غير أن الخرائط المرتبة بها مازالت تحت التداول وفى هذه الطريقة تؤخذ محورين إحداهما رأسى ويمر بالشمال والجنوب عند خط طول ٣١° شرقا والآخر أفقى ويمر من الشرق الى الغرب ويمر بخط عرض ٣٠° شمالا ونقطة تقاطع المحورين تبعد بمسافة ١٢كم تقريبا عن الهرم الأكبر فى إتجاه الغرب ويطلق على هذه النقطة منطقة الزهراء شكل (٣-٦).

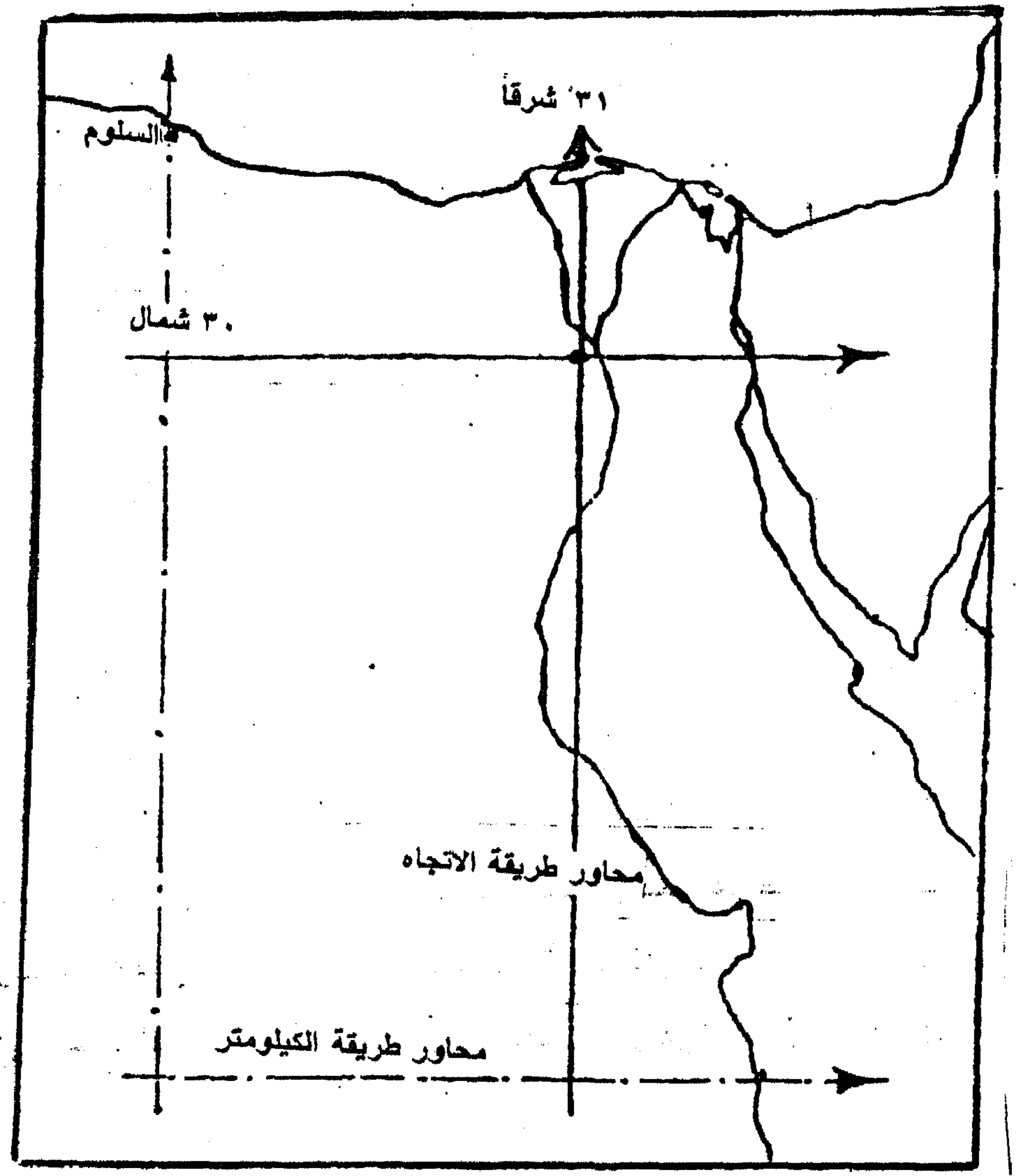
والخرائط المرتبة بهذه الطريقة ذات مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ أو ١ : ٢٥٠٠٠ أو ١ : ١٠٠٠٠ أو١ : ٢٥٠٠. وأخيرا ألغيت هذه الطريقة بالنسبة للخرائط ذات المقاييس ١ : ٥٠٠٠٠ أو ٢٥٠٠٠ وطريقة الترتيب بها كالآتى:

أ- الخريطة بمقياس (١ : ١٠٠٠٠)

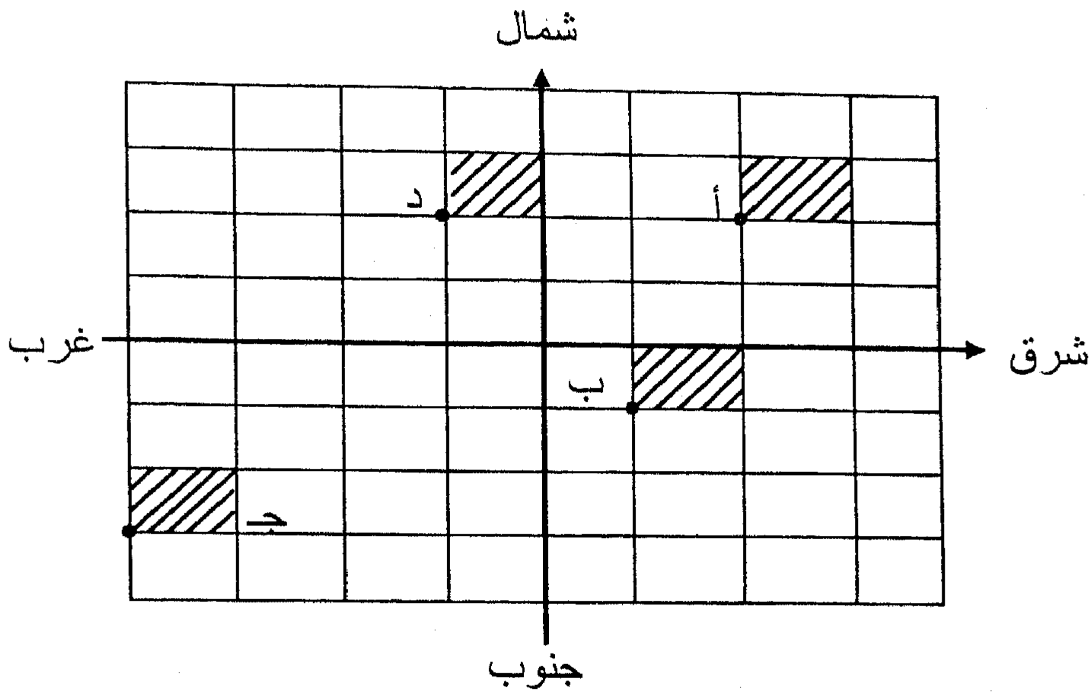
وتحدد اللوحة بالنسبة للمحورين المتعامدين وذلك بتحديد إحداثيات الركن الجنوبى الغربى ثم باسم الربع الواقع فيه هذه اللوحة. ويوضح شكل (٣-٧) ترتيب الخرائط بهذه الطريقة حيث اللوحة (أ) تعرف بـ: ٢ - ٢ شمال شرق واللوحة (ب) تعرف بـ: ١ - ١ شرق جنوب واللوحة (جـ) تعرف بـ: ٤-٣ جنوب غرب واللوحة (د) فتعرف بـ ١ - ٢ شمال غرب. ويلاحظ أنها تكتب دائماً الإحداثى الأفقى أولاً ثم الإحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحة.

ب- الخريطة بمقياس (١ : ٢٥٠٠)

الخرائط المرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ ترسم فى ١٦ لوحة من نفس الحجم بمقياس ١ : ٢٥٠٠ وعلى ذلك فإن اللوحة ١ : ١٠٠٠٠ تحتوى على ١٦ لوحة من لوح المقياس ١ : ٢٥٠٠ مرتبة ومرقمة بالأرقام من ١ الى ١٦ كما فى شكل (٣-٨).



شكل (٣-٦د): خريطة جمهورية مصر العربية موضحاً عليها محاور طرق ترتيب الخرائط



شكل (٣-٧): ترتيب الخرائط ١ : ١٠٠٠٠

١	٢	٣	٤
٥	٦	٧	٨
٩	١٠	١١	١٢
١٣	١٤	١٥	١٦

شكل (٣-٨)

وكل خريطة من خرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠ تعرف كالآتى:
برقم خريطة مقياس ١ : ١٠٠٠٠ والتى تحتوى على الخريطة ١ : ٢٥٠٠. فمثلاً إذا كانت الخريطة ١ : ١٠٠٠٠ هى ١٥ - ٢٨ جنوب شرق ورقم الخريطة ١ : ٢٥٠٠ هو ١١ مثلاً. فيكون إسم اللوحة هو ١١ - ١٥ - ٢٨ جنوب شرق.

ولسهولة التعرف على اللوحة المجاورة لأى لوحة من لوح ١ ٢٥٠٠ لطالبها عند الحاجة نكتب على الخريطة من الجهات الأربع أرقام اللوح المجاورة لها كما يلى:

٧ – ١٥ – ٢٨
جـ - ش

١٠ – ١٥ – ٢٨
جـ - ش

١١ – ١٥ – ٢٨
جـ – ش

١٢ – ١٥ – ٢٨
جـ - ش

١٥ – ١٥ – ٢٨
جـ - ش

ثانياً: طريقة الكيلومتر:

وفى هذه الطريقة يؤخذ المحوران إحداهما رأسى ويمر بمدينة السلوم (حدود مصر الغربية) والآخر أفقى ويمر بمدينة الدر (حدود مصر من ناحية الجنوب) ونقطة تلاقى المحورين هى نقطة الصفر (شكل ٣-٦).

ويمكن معرفة الخريطة بالنسبة الى المحورين المذكورين والأحداثيات كلها تكون موجبة وقد غطيت المناطق كلها بخرائط مختلفة المقياس وجدول رقم (٣-١) يبين الخرائط المختلفة والمساحة المغطاة بكل خريطة.

جدول رقم (٣-١): أبعاد وأنواع الخرائط طبقاً لمقاييس الرسم

مقياس الرسم	طول المنطقة "بالكيلومتر"	عرض المنطقة "بالكيلومتر"	نوعها
١ : ١٠٠٠٠٠	٦٠	٤٠	طبوغرافية
١ : ٢٥٠٠٠	١٥	١٠	طبوغرافية
١ : ٢٥٠٠	١,٥	١	فك الزمام (زراعية)
١ : ١٠٠٠	٠,٦٠	٠,٤	تفريد المدن
١ : ٥٠٠	٠,٣٠	٠,٢	تفريد مدن

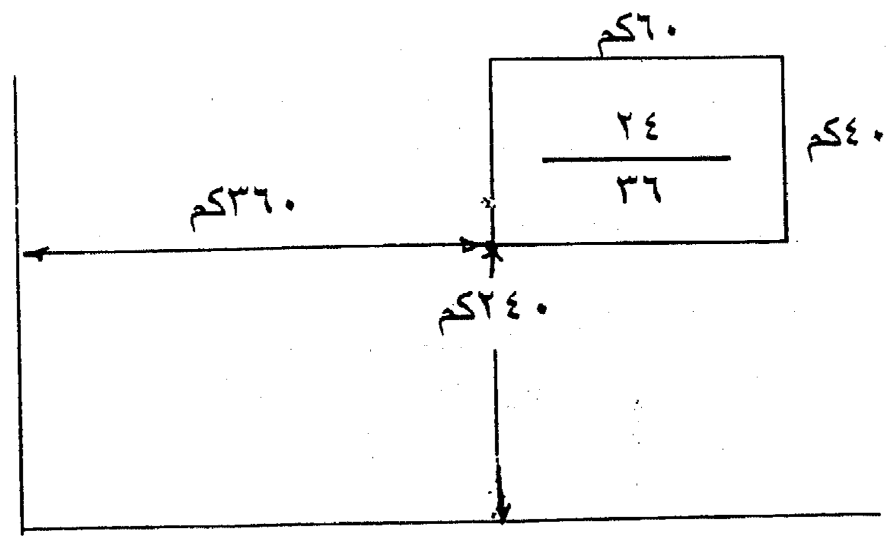
أ- الخرائط الطبوغرافية مقياس (١ : ١٠٠٠٠٠)

هذه الخرائط تحتوى على تفاصيل منطقة طولها ٦٠كم شرقا وغربا وعرضها ٩٠كم شمالاً وجنوباً ورقم أى لوحة منها عبارة عن كسر إعتيادى بسطه هو الإحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحة بعشرات الكيلومترات ومقامه هو الإحداثى الأفقى لهذا الركن بعشرات الكيلومترات أيضا.

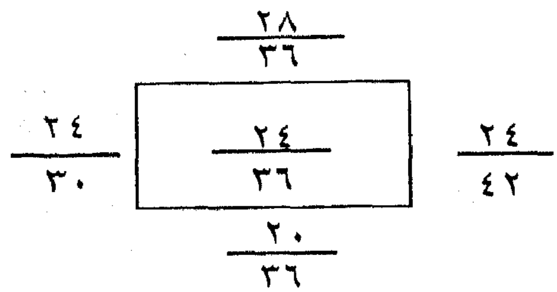
مثال١: ماهى الخرائط المحيطة بالخريطة الطبوغرافية (١ :١٠٠٠٠٠) رقم $\frac{٢٤}{٣٦}$

الحل:

اللوحة $\frac{٢٤}{٣٦}$ معناها أنها اللوحة التى يبعد ركنها الأسفل الى اليسار عن المحور الأفقى مساحة ٢٤٠كم وعن المحور الرأسى ٣٦٠كم.



ويمكن كتابة الخرائط المجاورة لهذه الخريطة كما يلى:



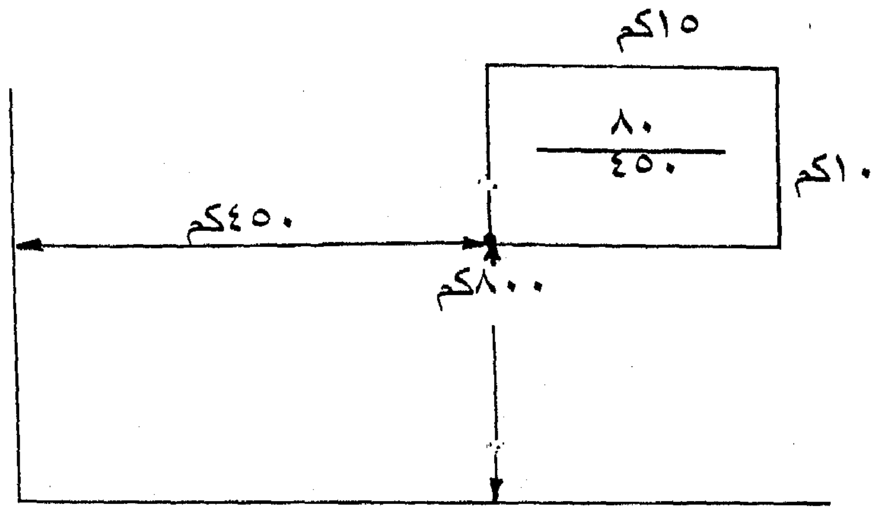
ب- الخرائط الطبوغرافية مقياس (١ : ٢٥٠٠٠)

هذه الخرائط تبين تفاصيل منطقة طولها ١٥ كم شرقا وغربا وعرضها ١٠ كم شمالاً وجنوباً ويظهر رقم أى لوحة منها على شكل كسر أعتيادى بواسطة الأحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحة بعشرات الكيلومترات والمقام الإحداثى الأفقى لهذا الركن بالكيلومترات فقط. ولا تكتب أرقام اللوحة المجاورة حول الخريطة بل توضع فى دليل أسفل الخريطة وهو عبارة عن الثمانى لوحات المجاورة للوحة الأصلية وفى هذا النوع يكون الفرق فى البسط هو الوحدة دائماً (عشرات الكيلومترات) والمقام الفرق فيه هو ١٥ كيلو متر وهو عبارة عن طول اللوحة.

مثال٢: ما هى الخرائط المجاورة للخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٨٠}{٤٥٠}$

الحل:

اللوحة رقم $\frac{٨٠}{٤٥٠}$ معناها أنها اللوحة التى يبعد ركنها الأسفل الى اليسار عن المحور الأفقى بمقدار ٨٠٠ كم وعن المحور الرأسى بمقدار ٤٥٠كم.



ودليل الخريطة بمقياس

٨١ / ٤٣٥	٨١ / ٤٥٠	٨١ / ٤٦٥
٨٠ / ٤٣٥	٨٠ / ٤٥٠	٨٠ / ٤٦٥
٧٩ / ٤٣٥	٧٩ / ٤٥٠	٧٩ / ٤٦٥

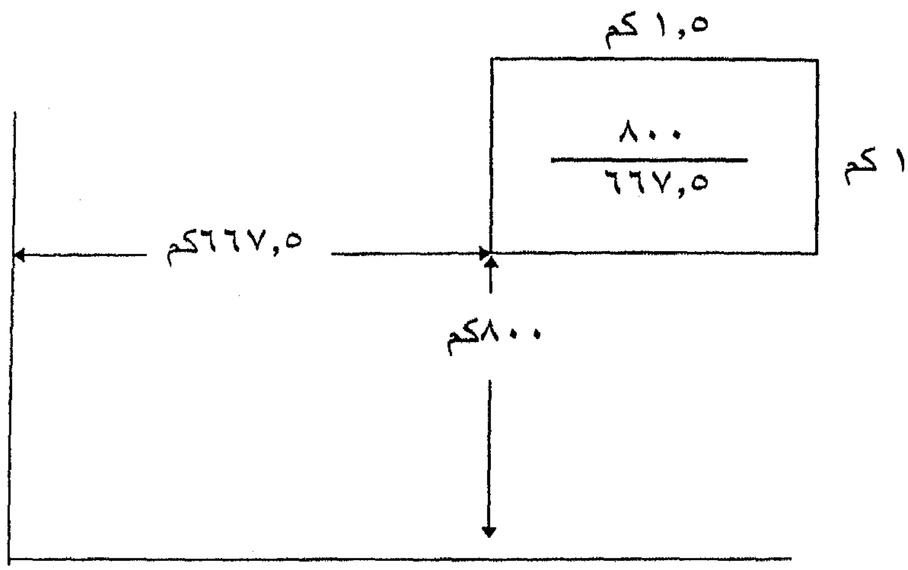
جـ- الخرائط الزراعية مقياس (١ : ٢٥٠٠):

وهذا النوع يبين التفاصيل فى منطقة طولها ١,٥ كم شرقا وغربا وعرضها ١,٠٠ كم شمالا وجنوبا وبذلك فإن اللوحة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ يحتوى على ١٠٠ لوحة زراعية (فك الزمام) وتغطى كل لوحة ترقيم معين تكتب فى الركن العلوى الأيمن للوحة والرقم عبارة عن كسر بسطه الإحداثى الرأسى للركن الجنوبى الغربى للوحه ومقامه هوالاحداثى الأفقى لنفس الركن.

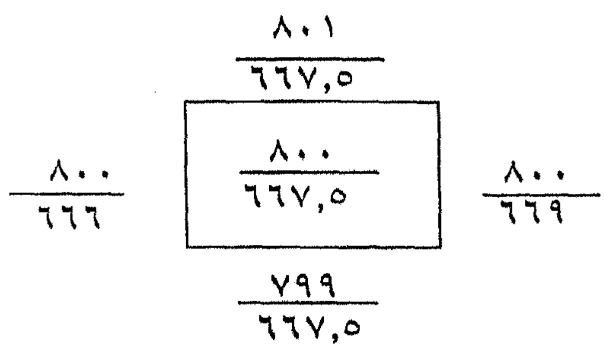
مثـال٣: أوجـد الخرائـط المحيطـة بالخريطـة الزراعيـة ١ : ٢٥٠٠ رقـم $\frac{٨٠٠}{٦٦٧,٥}$

الحل:

اللوحة $\frac{٨٠٠}{٦٦٧,٥}$ معناها أن حافة اللوحة السفلى تبعد عن الدر بمقدار ٨٠٠ كم وحافتها اليسرى تبعد عن السلوم بمقدار ٦٦٧,٥ كم.



ولسهولة إيجاد هذه اللوحة تكتب اللوحة الأربع المحيطة بها كما يلى:



د- خرائط تفريد المدن (١ : ١٠٠٠)

وهى عبارة عن خرائط بها تفاصيل ويمكن أن تعامل بنفس النظام الخاص بالخرائط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ غير أن طول اللوحة هو ٠,٦ كم وأرتفاعها ٠,٤ كم ورقم اللوحة عبارة عن كسر بسطه هو حافة اللوحة الجنوبية عن المحور الأفقى ومقامه هو بعد حافتها الغربية عن المحور الرأسى.

هـ- خرائط تفريد المدن (١ : ٥٠٠)

وتعامل على طريقة النوع السابق تماما إلا أن طول اللوحة ٠,٣ كم وعرضها ٠,٢ كم

مثال ٤: ماهى الخرائط الأربعة المجاورة باللوحة ١ : ٥٠٠ رقم ٥٥ / ٢٥,٢

الحل:

	٥٥,٢ / ٢٥,٢	
٥٥ / ٢٤,٩	٥٥ / ٢٥,٢	٥٥ / ٢٥,٥٠
	٥٤,٨ / ٢٥,٢	

٣-٨- أمثلة محلولة

مثال ١: أوجد الخرائط الأربعة المحيطة باللوحة رقم ٦٠٠ / ١٥١,٥ بمقياس ١ : ٢٥٠٠

	٦٠١ / ١٥١,٥	
٦٠٠ / ١٥٠	٦٠٠ / ١٥١,٥	٦٠٠ / ١٥٣
	٥٩٩ / ١٥١,٥	

مثال ٢: أحسب أحداثيات منتصف اللوحة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٩١١}{٨٠٤}$

الحل:

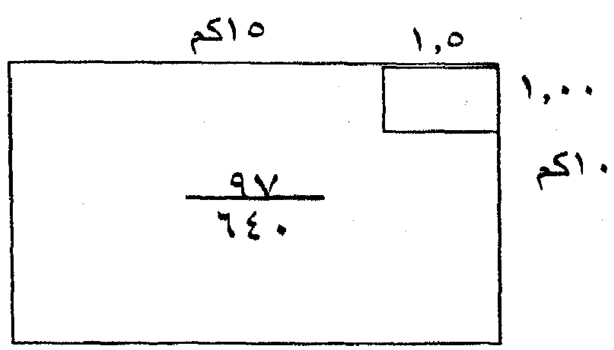
إحداثيات منتصف الخريطة هى:
الإحداثى الرأسى = ٩١١+ ٫٥ = ٩١١٫٥ متر
الإحداثى الأفقى = ٨٠٤ + ٫٧٥ = ٨٠٣٫٧٥ متر

مثال ٣: ماهى الخرائط الثمانية المحيطة باللوحة ١ : ٥٠٠ رقم $\frac{٥٦٫٤}{٢٤}$.

الحل:

٥٦٫٦ / ٢٣٫٧	٥٦٫٦ / ٢٤	٥٦٫٦ / ٢٤٫٣
٥٦٫٤ / ٢٣٫٧	**٥٦٫٤ / ٢٤**	٥٦٫٤ / ٢٤٫٣
٥٦٫٢ / ٢٣٫٧	٥٦٫٢ / ٢٤	٥٦٫٢ / ٢٤٫٣

مثال ٤: ماهو رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الموجودة فى الطرف الأيمن العلوى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٩٧}{٦٤٠}$



الحل:

إحداثيات الركن الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية هى:

ص = ٩٧٠ + ١٠ = ٩٨٠كم

س = ٦٤٠ + ١٥ = ٦٥٥كم

إحداثيات الخريطة الزراعية:

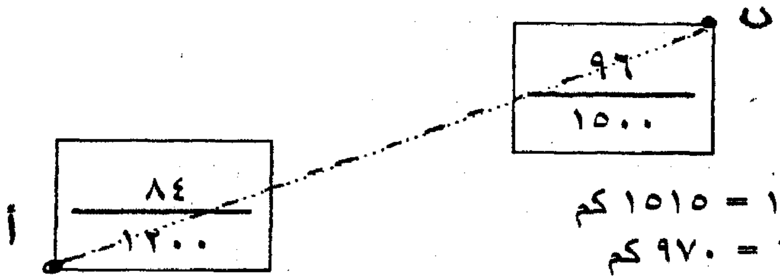
ص= ٩٨٠ - ١ = ٩٧٩ كم

س = ٦٥٥ - ١,٥ = ٦٥٣,٥ كم

∴رقم اللوحة المطلوبة ١ : ٢٥٠٠ هى $\frac{٩٧٩}{٦٥٣,٥}$

مثال ٥:

طريق أ ب أبتداؤه يقع فى الركن الجنوبى الغربى للوحة الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{٨٤}{١٢٠٠}$ ونهايته فى اللوحة الطبوغرافية عند ركنهـا الشـمال الشرقى $\frac{٩٦}{١٥٠٠}$. عين إحداثيات منتصف الطريق بالأمتار.



الحل:

$س_{أ}$ = ١٢٠٠ كم

$ص_{أ}$ = ٨٤٠ كم

$س_{ب}$ = ١٥٠٠ + ١٥ = ١٥١٥ كم

$ص_{ب}$ = ٩٦٠ + ١٠ = ٩٧٠ كم

إحداثيات منتصف الطريق (س ، ص)

$$س = \frac{س_{أ} + س_{ب}}{٢} = \frac{١٢٠٠ + ١٥١٥}{٢} = ١٣٥٧,٥ \text{ كم}$$

$$ص = \frac{ص_{أ} + ص_{ب}}{٢} = \frac{٨٤٠ + ٩٧٠}{٢} = ٩٠٥ \text{ كم}$$

∴ إحداثيات منتصف الطريقة (١٣٥٧٥٠٠ مترا، ٩٠٥٠٠٠مترا).

مثال ٦: ماهو دليل الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم ٦٤ / ١٥٠ ماهى المساحة التى يغطيها هذا الدليل.

الحل:

دليل الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠

٦٥ / ١٣٥	٦٥ / ١٥٠	٦٥ / ١٦٥
٦٤ / ١٣٥	٦٤ / ١٥٠	٦٤ / ١٦٥
٦٣ / ١٣٥	٦٣ / ١٥٠	٦٣ / ١٦٥

مساحة الدليل = ٩ × ١٥ × ١٠ = ١٣٥٠ كم مربع

مثال٧: ما هى الخرائط المحيطة باللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم ٥٦,٤ / ٢٤ ؟

الحل:

	٥٦,٨ / ٢٤	
٥٦,٤ / ٢٣,٤	٥٦,٤ / ٢٤	٥٦,٤ / ٢٤,٦
	٥٦,٢ / ٢٤	

مثال٨: ماهى إحداثيات منتصف اللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم ٢٨ / ١٤,٤ ؟

الحل:

س = ١٤,٤ + ٠,٣ = ١٤,٧ كم

ص = ٢٨ + ٠,٢ = ٢٨,٢ كم

مثال ٩: ماهى أرقام اللوح الثمانية المحيطة باللوحة الزراعية $\frac{١٠}{١٥}$؟

الحل:

اللوح الثمانية هى:

$\frac{١١}{١٦,٥}$	$\frac{١١}{١٥}$	$\frac{١١}{١٣,٥}$
$\frac{١٠}{١٦,٥}$	$\frac{١٠}{١٥}$	$\frac{١٠}{١٣,٥}$
$\frac{٩}{١٦,٥}$	$\frac{٩}{١٥}$	$\frac{٩}{١٣,٥}$

مثال ١٠: ما هى أرقام اللوح المحيطة ١٣ - ٦ - ١ جنوب غرب؟

الحل:

	٩ - ١ - ١ جـ.غ	
١٤ - ٦ - ١ جـ.غ	**١٣ - ٦ - ١ جـ.غ**	١٦ - ٧ - ١ جـ.غ
	١ - ٦ - ٢ جـ.غ	

مثال ١١: ما هو دليل الخريطة الزراعية $\frac{٦٢}{١٨٠}$ والمساحة التى يحويها الفدان؟

الحل:

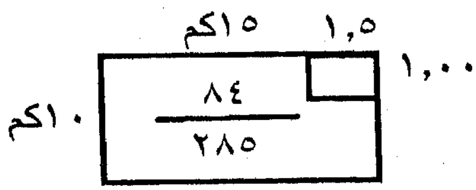
الدليل هو:

$\frac{٦٣}{١٨١,٥}$	$\frac{٦٣}{١٨٠}$	$\frac{٦٣}{١٧٨,٥}$
$\frac{٦٢}{١٨١,٥}$	$\frac{٦٢}{١٨٠}$	$\frac{٦٢}{١٧٨,٥}$
$\frac{٦١}{١٨١,٥}$	$\frac{٦١}{١٨٠}$	$\frac{٦١}{١٧٨,٥}$

والمساحة هى = ٩ (١,٠٠ × ١,٥) = ١٣,٥٠ كم مربع

$$= \frac{١٣٥٠ \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠}{٤٢٠٠} = ٣٢١٤٢٨,٥٠$$ فدان

مثال ١٢: ما هى رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة فى الطرف الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٨٤}{٢٨٥}$



الحل: إحداثى الركن الشمالى الشرقى من الخريطة الطبوغرافية:

ص = ٨٤٠ + ١٠ = ٨٥٠كم

س = ٢٨٥ + ١٥ = ٣٠٠كم

∴ إحداثى الركن الجنوبى الغربى للخريطة المطلوبة:

ص = ٨٥٠ – ١ = ٨٤٩

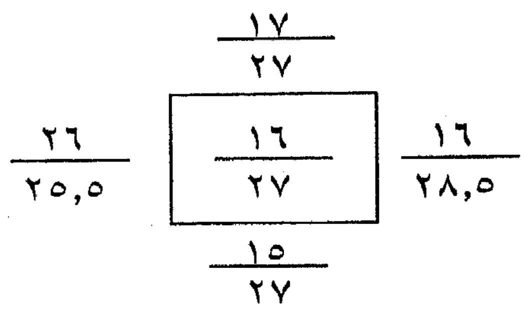
س = ٣٠٠ – ١,٥ = ٢٩٨,٥

∴ رقم الخريطة ١ : ٢٥٠٠ هى $\frac{٢٩٨,٥}{٨٤٩}$

مثال ١٣:

بين الخرائط المحيطة بالخريطة الزراعية $\frac{١٦}{٢٧}$ من خرائط فك الزمام - احسب احداثى النقطة د التى تقع فى منتصف الخريطة السابقة ورقم خرائط تفريد مدن ١: ١٠٠٠ التى تقع فيهما نقطة د؟

الحل:



خرائط فك الزمام:

احداثى منتصف الخريطة (نقطة د)

س د = ٢٧ + ٠,٧٥ = ٢٧,٧٥ متر

ص د = ١٦ + ٠,٥ = ١٦,٥ متر

لإيجاد رقم خريطة تفريد مدن ١ : ١٠٠٠ التى تحوى نقطة د نقوم بقسمة الإحداثى الصادى على ٠,٤.

١٦,٥ ÷ ٠,٤ = ٤١,٢٥ أى نقطة د تقع فى الخريطة ذات الترتيب رقم ٤١ فى الإتجاه الرأسى ويكون إحداثها (٤١ × ٠,٤ = ١٦,٤)

وبقسمة الإحداثى السينى على ٠,٦:

٢٧,٧٥ ÷ ٠,٦ = ٤٦,٢٥ أى نقطة د تقع فى الخريطة ذات الترتيب رقم ٤٦ فى الإتجاه الأفقى ويكون إحداثها (٤٦ × ٠,٦ = ٢٧,٦)

∴ رقم الخريطة هو:

$$\frac{١٦,٤}{٢٧,٦}$$

مثال ١٤: أوجد الخرائط المحيطة باللوحة $\frac{٦١٢}{٢٢٠,٥}$ مقياس ١ : ٢٥٠٠.

الحل:

	٦١٣ / ٢٢٠,٥	
٦١٢ / ٢١٩	٦١٢ / ٢٢٠,٥	٦١٢ / ٢٢٢
	٦١٢ / ٢٢٠,٥	

مثال ١٥: ماهى إحداثى مركز الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الذى احداثيه هو احداث الركن الأيمن العلوى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٩٧}{٦٤٥}$

الحل:

إحداثيات الخريطة الزراعية.

ص أ = ٩٧٠ + ١٠ = ٩٨٠كم ، كم = ٦٤٠ + ١٣,٥ = ٦٥٣,٥كم.

رقم اللوحة المطلوبة ١ : ٢٥٠٠ هى $\frac{٩٧٩}{٦٥٣,٥}$

مثال ١٦:

عند شق طريق من نقطة الى أخرى وجد أن أبتداء الطريق يقع فى الركن الجنوبى الغربى للوحة ١ : ٢٥٠٠ برقم $\frac{٢٢}{١٢}$ ونهاية الطريق فى اللوحة $\frac{١٧}{١٢}$ ١ : ٢٥٠٠ عند ركنها الشمالى الشرقىالشرق. أوجد طول هذا الطريق!

الحل:

إحداثيات أول الطريق $س_أ$ ، $ص_أ$ = ١٢كم ، ٢٢كم على الترتيب.

إحداثيات نهاية الطريق $س_ب$ ، $ص_ب$ = ١٣,٥كم ، ١٨كم

المسافة = $\sqrt{(س_أ - س_ب)^٢ + (ص_أ - ص_ب)^٢}$

= $\sqrt{(١٢ - ١٣,٥)^٢ + (٢٢ - ١٨)^٢}$

= $\sqrt{١٨,٢٥}$ = ٤,٢٧٢ كم

مثال ١٦: خط أب ـ النقطة أ هى مركز الخريطة ١: ٢٥٠٠ رقم $\frac{٨٤}{٧٦,٥}$ والنقطة ب هى مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٨٧٠}{٧٢}$ ما هو رقم الخريطة مقاس ١ : ٥٠٠ التى تكون تقع فية نقطة د منتصف المسافة أ ب؟

الحل:

إحداثيات أ هى $س_أ$ = ٧٦,٥ + ٠,٧٥ = ٧٧,٢٥ كم

$ص_أ$ = ٨٤ + ٠,٥ = ٨٤,٥ كم

إحداثيات ب هى $س_ب$ = ٧٢،٧٥كم ،

ص‌ب = ٨٧٠,٥كم.

إحداثيات د هى س‌د = $\frac{\text{س‌أ} + \text{س‌ب}}{٢}$ = $\frac{٧٢,٧٥ + ٧٧,٢٥}{٢}$ = ٧٥ كم

ص‌د = $\frac{\text{ص‌أ} + \text{ص‌ب}}{٢}$ = $\frac{٨٧٠,٥ + ٨٤,٥}{٢}$ = ٥١٩,٧٥كم

رقم الخريطة ١ : ٥٠٠ التى د مركزها

البسط = $\frac{٥١٩,٧٥}{٠,٢}$ = ٢٥٩٨,٧٥

=٢٥٩٨ × ,٢ = ٥١٩,٦

المقام = $\frac{٧٥}{٠,٣}$ = ٢٥٠

= ٢٥٠ × ,٣ = ٧٥

∴ رقم الخريطة هو $\frac{٧٥}{٥١٩,٦}$

مثال١٨: ما هى أرقام اللوح الثمانية المحيطة بالخريطة ٤-١-١ جنوب غرب؟

الحل:

ش.ق ١٣-٠-٠	ش.غ ١٦-١-٠	ش.غ ١٥-١-٠
جـ.ق ١-صفر-١	جـ.غ ٤-١-١	جـ.غ ٣-١-١
جـ.غ ٥-صفر-١	جـ.غ ٨-١-١	جـ.غ ٧-١-١

تمارين على الباب الثالث

١- المساحة الحقيقية لقطعة أرض هى ٨,٦٥٧ فدان ـ فإذا كانت قطعة الأرض مرسومة فى خريطة ١ : ٢٠٠٠ وكانت قيمتها بعد الإنكماش فى الخريطة ٩٠ سم² ـ عين معامل الإنكماش لهذه الخريطة.

٢- قيس خط على خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠ فكان طوله = ٤٠ سم صار بعد الإنكماش ٣٩,٦ سم ـ فإذا عينت مساحة قطعة أرض عليها بعد الإنكماش فكانت ٩٩,٨ سم² ـ ما هى المساحة الفعلية وبالفدان وكسوره.

٣- لوحة مرسومة بمقياس ١ : ١٥٠٠ إنكمشت بحيث أن خطا طوله ٥٠,٨سم أصبح ٤٠ سم ـ وكانت مساحة قطعة أرض على هذه الخريطة ٢,٨ سم² ماهى المساحة الصحيحة لقطعة الأرض بالأمتار المربعة.

٤- أوجد أرقام اللوح الثمانية المحيطة باللوحة الزراعية $\frac{١٠}{١٥}$ ، $\frac{٢١}{٣١,٥}$.

٥- ما هو دليل الخريطة الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) رقم $\frac{٦٢}{٢٧٥}$ ، $\frac{٢١}{٣١,٥}$ والمساحة التى يحويها.

٦- ماهى إحداثيات منتصف اللوحة ١ : ١٠٠٠ رقم $\frac{٢٨}{٢٤,٦}$ ، $\frac{٢٢}{٧,٢}$

٧- ماهى إحداثيات منتصف اللوحة فك الزمام $\frac{٧}{١٣,٥}$ ، $\frac{٩٠}{١١٥,٥}$

٨- ما هى الخرائط المحيطة باللوحة $\frac{٢٤}{٣٠}$ ١ : ٢٥٠٠

٩- خط أ ب ـ الرأس هى مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٩٥}{٨٧}$ والرأس ب هى مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٨٨٠}{٧٢}$ - إذا كانت نقطة د منتصف المسافة بين أ ب ما هو رقم الخريطة مقياس ١ : ٥٠٠ مركز أ لها.

١٠- ما هو رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة فى الطرف الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{١٦}{٢٧٥}$

١١- ترعة تبدأ من الركن الشمالى الغربى للخريطة الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{٨٦}{١٢٤٥}$ ونهايتها فى الركن الجنوبى الشرقى للخريطة

الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠) $\frac{١٠٠}{١٥٠٠}$ فما هو طول هذه الترعة وإحداثيات منتصفها.

١٢- كلفت إنشاء ترعة يمتد من الركن الشمالى الشرقى للخريطة الزراعية $\frac{٢٥}{٣٧,٥}$ وتنتهى فى الركن الجنوبى الغربى للخريطة (١ : ٢٥٠٠) $\frac{٣٨}{٦٠}$ فما هو طول هذه الترعة.

١٣- ما رقم الخريطة الزراعية ١ : ٢٥٠٠ الواقعة فى الطرف الشمالى الشرقى للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ رقم $\frac{٧١}{٣١٥}$

١٤- بين الخرائط المحيطة بالخريطة $\frac{١٦}{٢٧}$ من خرائط فك الزمام. ماذا تكون الأرقام لهذه الخرائط لو كان هذا الرقم لخرائط تفريد المدن ١ : ١٠٠٠.

١٥- ما هو رقم الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ والتى تحتوى على الخريطة الزراعية ذات الرقم $\frac{٨٩٤}{٦١٢}$. وما هو إحداثى مركزها. ونقطة تقع على بعد ١٠سم من الحافة العلوية للخريطة وعلى بعد ١٥سم عن الحافة اليسرى

١٦- خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٥٠٠ ورقمها $\frac{٨٢١}{٥٨٢}$ ما هى إحداثيات نقطة تقع فى الركن الشمالى الشرقى للخريطة الشمالية لهذه الخريطة.

١٧- لتوقيع أحد المشروعات احتجت للخريطة الزراعية رقم $\frac{٦١٢}{٥١٣}$ والخرائط المحيطة بها. ماهى أرقام هذه الخرائط. إذا كانت هذه الخريطة ترتيبها الرابع شرقاً والخامس شمالاً بالنسبة للخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠. فما هو رقم هذه الخريطة.

١٨- خريطة مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ وجدت نقطة مثلثات إحداثياتها ٦١٢٨٥٠ متراً شمالاً، ٤١٨٩٢٠ متر شرقا. ما هو رقم هذه الخريطة وما هى إحداثيات الركن الجنوبى الشرقى بها.

١٩- منطقة مثلثات إحداثيات إحدى النقط هى ٥٣٤٣١٤ شمالاً، ٦١٢٣٤١ شرقاً. أذكر رقم الخريطة الطبوغرافية والخريطة الزراعية وخريطة تفريد المدن (١ : ٥٠٠) التى تقع فيها هذه النقطة.

٢٠- لإيجاد إحداثيات نقطة واقعة في خريطة زراعية قست بعدها عن حافتها اليسرى فكان ٣١,١٥ سم وبعدها عن حافتها السفلى فكان ١٢.١٨سم. فما هي إحداثيات هذه النقطة إذا كان رقم الخريطة المستعملة $\frac{٤١٠}{٦٩١,٥}$ فما هو ترتيب هذه الخريطة بالنسبة للخريطة الطبوغرافية $\frac{٤١}{٦٩٠}$ (١ : ٢٥٠٠٠).

٢١- قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب جـ. فيها أ ب = أ جـ . فإذا كانت النقطة ب تقع في الركن الشمالي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) $\frac{٤}{٦٠٦}$ والنقطة جـ في الركن الشمالي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) $\frac{٤}{٩,٦}$ ، أرتفاع المثلث على الضلع ب جـ طوله ٢ كيلو متر. فأحسب المساحة للقطعة.

٢٢- وإذا كانت نقطة أ في التمرين السابق تقع في الركن الجنوبي الشرقي لخريطة تفريد المدن (١ : ١٠٠٠) فأوجد رقم هذه الخريطة.

٢٣- قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب جـ تقع رؤوسها في الخرائط التالية: نقطة أ تبعد ٤سم ، ٦ سم عن الحد الشرقي والشمالي للخريطة الزراعية $\frac{٨٤}{٩٦}$. نقطة ب تقع في مركز الخريطة ١ : ٢٥٠٠ رقم $\frac{٧٧}{٨٧}$ نقطة جـ تبعد ١٤,٨ سم ، ٦,٢ سم عن الحد الغربي والجنوبي للخريطة الطبوغرافية رقم $\frac{٨}{١٠٥}$ (١ : ٢٥٠٠٠) فما هي مساحة هذه الأرض بالأفدنة.

الباب الرابع

المساحة بالبوصلة

الباب الرابع

المساحة بالبوصلة

٤-١- مقدمة:

عند عمل المساحة بطريقة الجنزير والتى تقتصر على رفع مناطق صغيرة يتطلب تعيين المضلع اللازم لرفع المنطقة، وربط أضلاع المضلع ببعضها بواسطة شبكة من المثلثات بدون أعتبار لقياس الزوايا بين هذه الأضلاع أو أتجاهاتها. ولكن عند استعمال هذه الطريقة فى المساحات الكبيرة يتطلب جهدا كبيرا فى العمل علاوة على أن هذه الطريقة لا يمكن استخدامها فى المدن والقرى.

عند رفع مناطق ذات مساحات كبيرة أو داخل المدن يستخدم طريقة المضلع المساحى (الترافرس) وذلك بتحديد المضلع اللازم لرفع المنطقة وربط هذه الأضلاع ببعضها بواسطة تعين اتجاه كل ضلع بالنسبة لإتجاه الشمال أو بايجاد الزوايا المحصورة بين تلك الأضلاع. ويتم ذلك بإستعمال بعض الأجهزة التى يمكن بها تعين إتجاهات الأضلاع أو قياس الزوايا بين تلك الأضلاع ومن أمثلة هذه الأجهزة البوصلة المنشورية والتيودليت. وتمتاز المساحة بالترافرس (المضلع) عن المساحة بالجنزير بالدقة وإمكانية تحقيق العمل.

٤-٢- المضلع أو الترافرس:

المضلع هو الشكل الكثير الأضلاع ويتكون فى علم المساحة من عدد غير ثابت من الخطوط المستقيمة المتصلة من اطرافها ببعضها ونحصر فيما بينها زوايا.

٤-٣- أنواع المضلعات

أ- المضلع المقفل:

فى المضلع المقفل تكون فيه النهاية تقع على نقطة البداية، ويستعمل فى رفع المدن والقرى.

ب- المضلع المفتوح:

وهو الذى لاينتهى بنقطة البداية ويستعمل فى رفع المناطق الممتدة مثل الطرق ومشاريع الرى والصرف.

وغالبا ما يسمى المضلع مقرونا بإسم الجهاز المساحى الذى إستخدم فى رفعه حتى توقيعه على الخريطة فيقال ترافرس البوصلة إذا إستخدم فى رفعه البوصلة ويقال ترافرس التيودليت إذا رفع بجهاز التيودليت.

ولأنشاء الترافرس يلزم قياس:

١- أطوال الخطوط. ٢- إنحرافات الخطوط.

٣- الزوايا بين الخطوط.

وتقاس الأطوال فى المضلعات بواسطة الجنزير أو الشريط الصلب أو باستخدام جهاز مساحى وذلك حسب أهمية العمل. أما بالنسبة لقياس إنحرافات الخطوط عن أتجاه الشمال المغناطيسى تحدد بواسطة البوصلة. وتقاس الزوايا بين الأضلاع بواسطة التيودليت أو يتم إستنتاجها من إنحرافات الأضلاع.

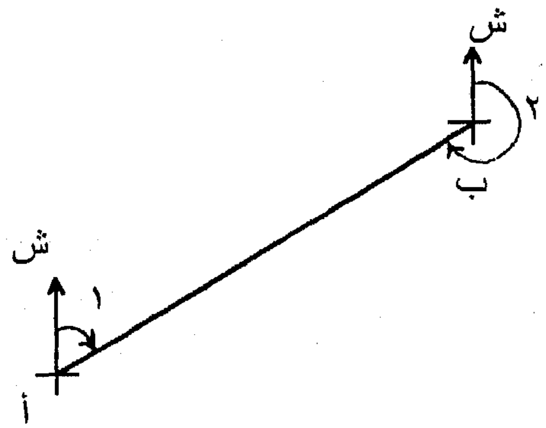
٤-٤- أنحراف الخطوط

تقسم الأنحرافات الى:

الأنحراف الدائرى:

هو مقدار الزاوية المحصورة بين أتجاه الشمال المغناطيسى فى أتجاه حركة عقرب الساعة أبتداء من الشمال المغناطيسى. ويأخذ الأنحراف الدائرى للخط أى قيمة بين الصفر و ٣٦٠° كما هو موضح بشكل (٤-١).

شكل (٤-١):



لأى خط له أنحرافان دائريان فمثلا للخط أ ب الزاوية ١ هى الأنحراف الدائرى للخط أب وتسمى أنحراف أمامى للخط أب أو أنحراف خلفى للخط ب أ. أما بالنسبة للزاوية ٢ فهى الأنحراف الدائرى للخط ب أ وتسمى أنحراف خلفى للخط أب أو أنحراف أمامى للخط ب أ.

ويجب أن يكون الفرق بين الأنحرافين (الأمامى والخلفى) للخط الواحد يساوى ± ١٨٠° بشرط عدم تأثير القياسات بالجاذبية المحلية أو وجود خطأ فى القياس.

الأنحراف الربع دائرى:

قيمة هذا الأنحراف تتراوح ما بين الصفر ، ٩٠° مع تحديد الربع الذى يقع فيه وهو مقاس من أتجاه الشمال أو الجنوب أو الشرق أو الغرب فى اتجاه حركة الساعة الى الخط. ويمكن حسابه من الأنحراف الدائرى.

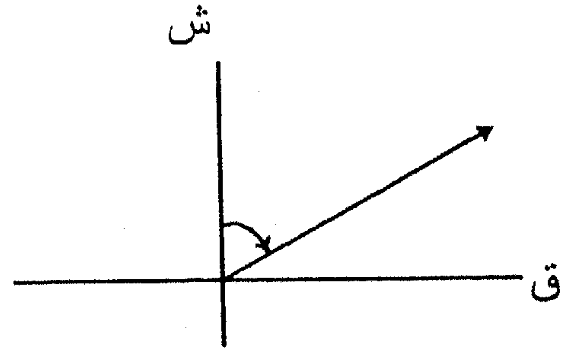
الأنحراف المختصر:

هو الزاوية التى ينحرفها الخط عن الشمال أو الجنوب فقط وتتراوح قيمتها ما بين الصفر ، ٩٠°. ويمكن حسابه كذلك من الأنحراف الدائرى للخط مع تحديد الربع الذى يوجد به الخط .

استنتاج الإنحرافات المختصرة والربع دائرى من الإنحراف الدائرى.

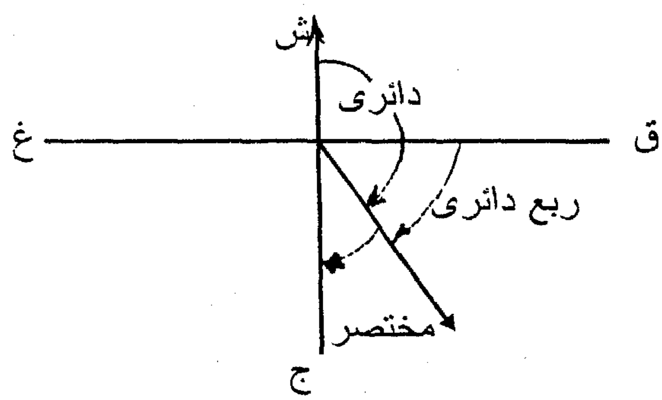
أ- إذا كان الانحراف الدائرى بين الصفر، ٩٠° فيكون

هو نفسه الأنحراف الربع دائرى والأنحراف المختصر فى الأتجاه (شمال – شرق).

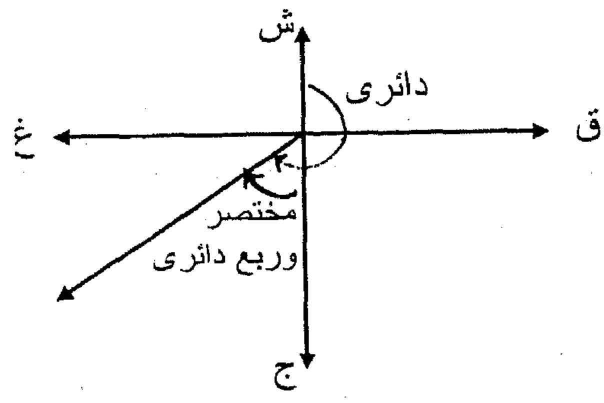


ب- إذا كان الأنحراف الدائرى بين ٩٠° ، ١٨٠° فيكون:

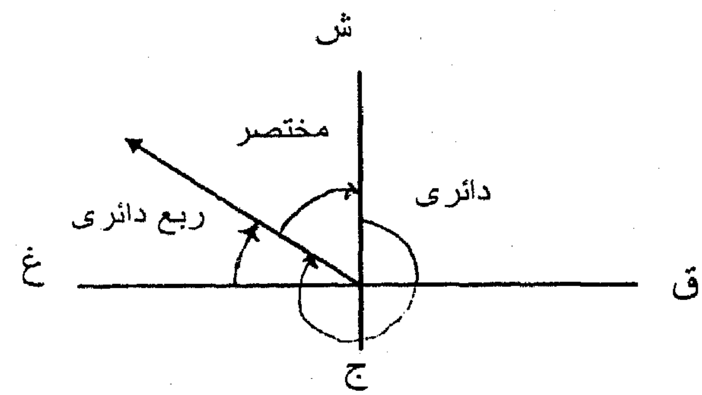
الأنحراف الربع دائرى =الأنحراف الدائرى - ٩٠°
في الأتجاه (شرق - جنوب)
والأنحراف المختصر =١٨٠° - الأنحراف الدائرى
في الأتجاه (جنوب - شرق)



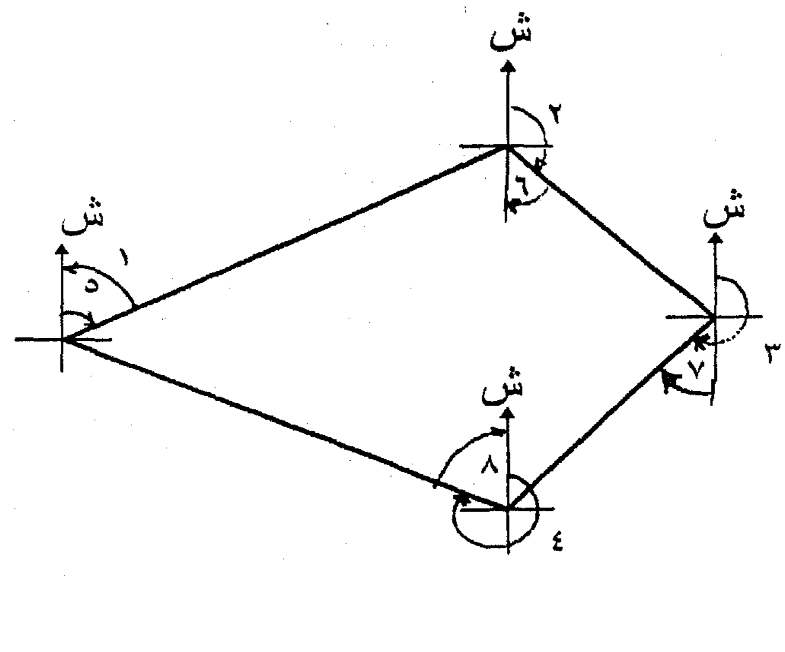
جـ- إذا كان الأنحراف الدائرى بين ١٨٠° ، ٢٧٠° فيكون:
الأنحراف الربع دائرى =الأنحراف الدائرى - ١٨٠°
في الأتجاه (جنوب - غرب)
وهو أيضاً نفس الأنحراف المختصر.



د- إذا كان الأنحراف الدائرى بين ٢٧٠° ، ٣٦٠° فيكون:
الأنحراف الربع دائرى = الأنحراف الدائرى - ٢٧٠°
في الأتجاه (غرب - شمال)
والأنحراف المختصر = ٣٦٠° - الأنحراف الدائرى
في الأتجاه (شمال - غرب)



ويوضح شكل (٤-٢) الأنحرافات الدائرية والمختصرة للمضلع أ ب جـ د وفيه تكون الزوايا (١) ،(٢) ، (٣) ، (٤) انحرافات دائرية و الزوايا (٥)، (٦)، (٧) ، (٨).



١، ٢، ٣، ٤ إنحرافات دائرية
٥، ٦، ٧، ٨ إنحرافات مختصرة
شكل (٤-٢)

مثال١:

ما هى الأنحرافات الربع دائرية والمختصرة للخطوط الأتية والتى معلوم أنحرافاتها الدائرية.

الحل:

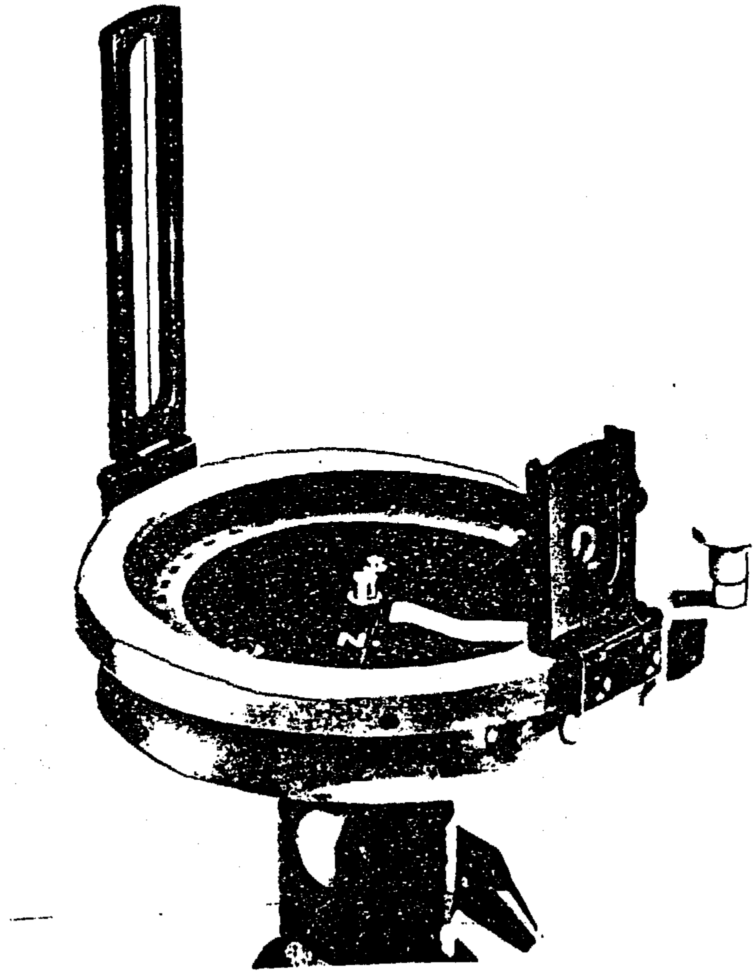
الخط	الأنحراف الدائرى	الأنحراف الربع دائرى	الأنحراف المختصر
أ ب	٧٥°	ش ٧٥° ق	ش ٧٥° ق
ب جـ	١٥٥°	ق ٦٥° جـ	جـ ٢٥° ق
جـ د	٢٥٠°	جـ ٧٠° غـ	جـ ٧٠° غـ
د هـ	٣٢٠°	غـ ٥٠° ش	ش ٤٠° غـ

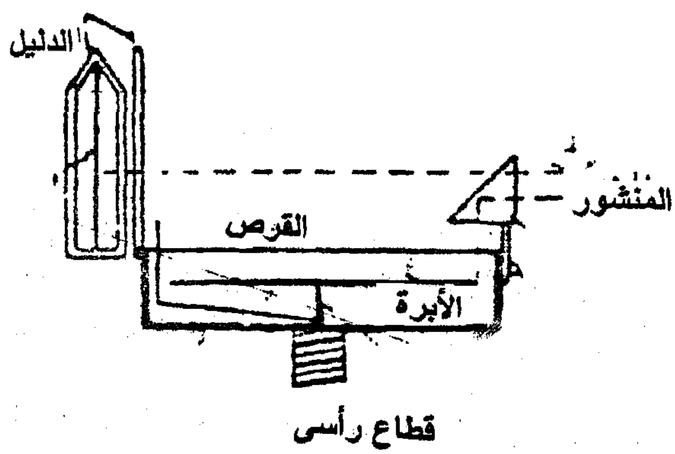
٤-٥- المساحة بالبوصلة:

تعتبر المساحة بالبوصلة أحدى طرق الرفع السريعة إلا أنها غير دقيقة. والبوصلة آلة بسيطة يمكن أستعمالها لقراءة الأنحرافات الدائرية الخاصة بالترافرس لأقرب نصف درجة حيث تقوم بتحديد إنحراف أتجاهات أضلاع هذا المضلع المسمى بالترافرس عن أتجاه الشمال المغناطيسى. وتتركب البوصلة من الأجزاء الآتية (شكل ٤-٣):

١- علبة مستديرة: بقطر من ٦ الى ١٥ سنتيمتر مغطاة بقرص زجاجى لمنع تسرب الأتربة والرطوبة الى داخل العلبة وتوجد صمولة بأسفل العلبة لتثبيتها على حامل خاص ذو ثلاث أرجل ويوجد بداخل العلبة أبرة مغناطيسية وتدريج دائرى.

٢- أبرة مغناطيسية: عبارة عن ساق ممغنطة من الصلب ترتكز من منتصفها على سن مدبب يقع فى مركز العلبة بحيث تكون الأبرة حرة الحركة على هذا السن وتتخذ دائماً وضعاً يشير فيه أحد طرفيها الى الشمال المغناطيسى ويوجد على الأبرة ثقل لموازنة الأبرة وجعلها أفقية.



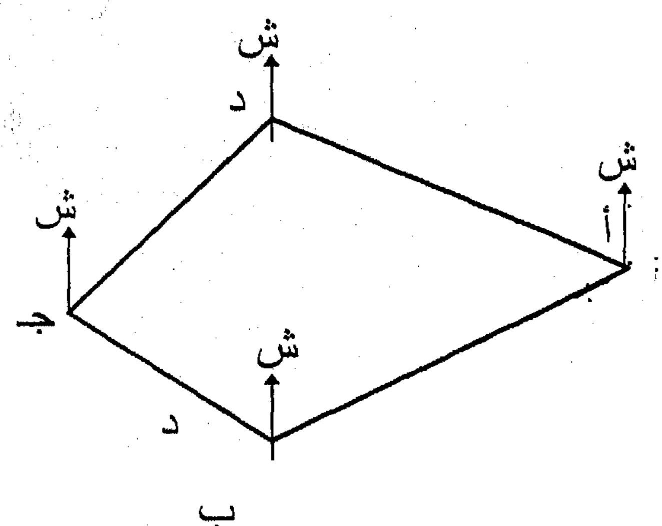


شكل (٤-٣): البوصلة

٣- تدرج دائرى: عبارة عن إطار من الألومنيوم مثبت بالأبرة ويدور معها، والإطار مقسم الى درجات وأنصاف الدرجات ويبدأ صفر التدريج من طرف الأبرة والذى يشير الى الجنوب ويزداد التدريج فى أتجاه عقارب الساعة الى ١٨٠ درجة والتى تدل على أتجاه الشمال ويستمر التدريج حتى ٣٦٠ درجة.

طريقة العمل بالبوصلة

تحاط المنطقة المراد رفعها بمضلع وليكن المضلع أ ب جـ د كما فى شكل (٤-٤) تحدد إنحراف أضلاعه عن أتجاه الشمال بالبوصلة وخطوات العمل كالآتى:



شكل (٤-٤)

١- نثبت البوصلة على حامل ذو ثلاث أرجل ونقف بها فوق أحدى نقط المضلع ولتكن نقطة " أ " تماما وذلك بضبط محور دوران البوصلة فوق هذه النقطة مباشرة ويمكن الإستعانة بخيط شاغول يعلق فى الحامل عند مركز العلبة.

٢- نجعل البوصلة أفقية بالنظر وذلك بإستعمال الرأس الرحوية الموجودة برأس الحامل لهذا الغرض بحيث تكون أبرة البوصلة حرة الحركة.

٣- نوجه دليل البوصلة نحو الشاخص الموجود فى نقطة "ب" فى نهاية الخط أ ب بحيث تكون الفتحة الرأسية والشعرة الرأسية فى الدليل والشاخص على أستقامة واحدة.

٤- ننظر فى الفتحة الرأسية بعد أن تثبت الإبرة (ومعها التدريج) تماما عن الحركة ويلاحظ أنه يمكن رؤية الشعرة الرأسية والتدريج فى وقت واحد فنقرأ التدريج الدائرى عند أنطباق الشعرة الرأسية على التدريج فنحصل على الأنحراف الأمامى للخط أ ب.

٥- نوجه دليل البوصلة الى نقطة " د " ونرصد الأنحراف الخلفى للخط د أ بالطريقة السابقة مع قياس طول الخط أ ب ، د أ.

٦- تنقل البوصلة الى نقطة "ب" وتكرر الخطوات ١ ، ٢ ثم نرصد نقطة " أ " ونقرأ الأنحراف الخلفى للخط أ ب ثم نرصد نقطة "جـ" ونقرأ الأنحراف الأمامى للخط ب جـ ونقيس طول الخط ب جـ.

٧- ننقل البوصلة الى باقى نقط المضلع المقفول والموضح بالشكل (٤-٤) الواحدة تلو الأخرى ونعين الإنحرافات الأمامية والخلفية لباقى خطوط المضلع.

٨- عندما نصل الى نقطة " د " نرصد " أ " ونقرأ الأنحراف الأمامى للخط د أ وبذلك يتم رصد جميع إنحرافات خطوط المضلع مع قياس أطوال أضلاعه أثناء الأنتقال من نقطة الى أخرى.

٩- ندون الأنحرافات الأمامية والخلفية المرصودة للخطوط فى جدول كالآتى:

الخط	طول الخط متر	الأنحرافات المرصودة أمامى	الأنحرافات المرصودة خلفى	الفرق
أ ب	٥٧	٤٢° ١١´	٢٢٥ ١٦´	١٨٣° ٥´
ب جـ	٦٠	١٠٥° ٣٠´	٢٨٤° ٣٠´	١٧٩° ٠٠´
جـ د	٥٢	٢٠٩° ٠٤´	٢٩° ٠٤´	١٨٠° ٠٠´
د أ	٦٣	٢٦٨° ٠٠´	٨٦° ١٥´	١٨١° ٤٥´

١٠- نوجد الفرق بين الأنحراف الأمامى والخلفى لكل خط للتأكد من دقة القياسات ويجب أن يكون هذا الفرق ± ١٨٠ درجة فإذا كان هناك خطأ صغير فقد يكون نتيجة عدم الدقة فى قراءة أنحراف الخط على تدريج البوصلة أو عدم الدقة فى التوجيه على نهاية الخط. ثم صحح إنحرافات

الأضلاع وأحسب الزوايا الداخلية ثم أرسم المضلع بمقياس رسم مناسب وحدد مقدار خطأ القفل على الرسم (حدد أتجاه الشمال المغناطيسى على الورقة أولا).

مزايا البوصلة :

١ ـ خفة الوزن وسهولة الحمل ورخص الثمن وسرعة العمل .
٢ ـ إنحراف الخط يمكن الحصول عليه بوضع البوصلة على أى نقطة من الخط .
٣ ـ الإنحرافات التى تتعين بالبوصلة مستقلة فإذا حدث خطأ فى إنحراف خط ما لا يؤثر على ما يليه من إنحرافات.

عيوب البوصلة :

١– الإنحرافات المقاسة بالبوصلة بها تقريب لغاية ٣٠'
٢– البوصلة من الآلات التى لا يمكن ضبطها .
٣ – تتأثر بالجاذبية المحلية .
٤ – لايمكن الرصد بها لمسافات بعيدة .

٤–٦– تصحيح إنحرافات الخطوط

بعد أن يتم قياس إنحرافات المضلع يجب اجراء بعض التصحيحات لتقليل الأخطاء الناتجة عن :

١ ـ التوجيه والقراءة . ٢ ـ الجاذبية المحلية .

أولا : تصحيح الأخطاء فى التوجيه والقراءة (طريقة المتوسطات)

يحسب الفرق بين الانحراف الأمامى والخلفى لكل خط ويقارن بالفرق النظرى الواجب حدوثه وهو ±١٨٠° ، فإذا كان الخطأ فى الفرق بين الانحرافات الأمامية والخلفية صغيراً فى حدود بضع دقائق أو درجة على الأكثر وناتجاً غالباً من الخطأ فى الرصد أو التوجيه فيمكن تصحيح الانحرافات بطريقة المتوسطات بأخذ متوسط كل من الانحرافين الخاصين بكل خط . أما إذا كانت الفروق أكبر من درجة التصحيح بطريقة الجاذبية المحلية التى ستذكر فيما بعد .

مثال ١ : أخذت الإنحرافات الأمامية والخلفية لخطوط المضلع أ ب جـ د كانت كالتالى:

الخط	الطول بالمتر	الأنحرافات المقاسة		الفرق
		أمامى	خلفى	
أ – ب	٤٢,٥٠	١٥٠° ٤٤	٣٣٠° ٣٠	١٧٩° ٤٦
ب – جـ	٣٨,١٥	٢٢٢° ١٤	٤١° ٣٠	١٨٠° ٤٤
جـ – د	٣٥,٠٠	٢٧٦° ٥	٩٧° ٥	١٧٩° ٠٠
د – هـ	٥١,٧٠	٣٤٥° ٤٥	١٦٦° ٤٥	١٧٩° ٠٠
هـ – أ	٥٢,٤٠	٧٠° ٣٧	٢٥٠° ٣٧	١٨٠° ٠٠

المطلوب تصحيح تلك الأنحرافات بطريقة المتوسطات

الحل:

الخط	الطول بالمتر	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
		أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٤٢,٥٠	١٥٠ ٤٤	٣٣٠ ٣٠	١٧٩ ٤٦	١٥٠ ٣٧	٣٣٠ ٣٧	١٨٠°
ب جـ	٣٨,١٥	٢٢٢ ١٤	٤١ ٣٠	١٨٠ ٤٤	٢٢١ ٥٢	٤١ ٥٢	١٨٠°
جـ د	٣٥,٠٠	٢٧٦ ٠٥	٩٧ ٠٥	١٧٩ ..	٢٧٦ ٣٥	٩٦ ٣٥	١٨٠°
د هـ	٥١,٧٠	٢٤٥ ٤٥	١٦٦ ٤٥	١٧٩ ٠٠	٣٤٦ ١٥	١٦٦ ١٥	١٨٠°
هـ أ	٥٢,٤٠	٧٠ ٣٧	٢٥٠ ٣٧	١٨٠ ٠٠	٧٠ ٣٧	٢٥٠ ٣٧	١٨٠°

ثانياً: طريقة التصحيح فى حالة وجود الجاذبية المحلية:

إذا كان هناك خطأ كبير مع التأكد مع أن القياس تم بطريقة صحيحة فأن هذا يدل على وجود جاذبية محلية والتى تنشأ من وجود معادن مغناطيسية مثل حديد التسليح فى المبانى أو من وجود معادن مغناطيسية مثل حديد أو وجود خامات الحديد على سطح أو باطن الأرض ....الخ مما يؤثر على أنحراف الأبرة المغناطيسية فلا تكون حرة الحركة وتنحرف عن أتجاه الشمال ويتوقف مقدار هذا الأنحراف عن مدى قرب تلك المعادن المغناطيسية من البوصلة فقد توجد فى إحدى نقط المضلع وتخلو من بعضها. ويجب التخلص من هذا الخطأ الناتج من تأثير الجاذبية المحلية حتى على الأنحرافات

المصححة للأضلاع ويكون الفرق مساوى ± ١٨٠ درجة. ونتيجة وجود الجاذبية المحلية فإن الأنحرافات تحتوى على أخطاء. وكل إنحراف مأخوذ من نقطة معينة يكون متأثراً بنفس قيمة الخطأ المتأثر بها الخطوط الأخرى المرصودة من نفس النقطة ولأجراء تصحيح الجاذبية المحلية فتوجد حالتان:

أ- التصحيح فى حالة وجود خط خالى من تأثير الجاذبية المحلية:

لإيجاد الأنحرافات المصححة ندون الأنحرافات المقاسة للخطوط فى الجدول ونوجد الفرق بين الأنحراف الأمامى والأنحراف الخلفى لجميع الخطوط فيكون الخط الذى عنده هذا الفرق = ١٨٠° خالى من تأثير الجاذبية المحلية ومن هذا الخط نبدأ التصحيح الى باقية الخطوط كما هو موضح فى الأمثلة التالية:

مثال : لرفع منطقة لأعادة تخطيطها وضع المضلع (أ ب جـ د أ) وقيست الأنحرافات الأمامية والخلفية وكانت كالآتى:

الخط	الأنحراف الأمامى		الأنحراف الخلفى	
أ ب	٧٣°	٠٠	٢٥٠°	٤٠
ب جـ	١٦٤°	٠٠	٣٤٢°	٢٠
جـ د	٢٥٢°	٤٠	٧٢°	٤٠
د جـ	٣١٢°	٣٠	١٣٦°	٣٠

أحسب الأنحرافات الأمامية والخلفية المصححة إذا علم أن هناك جاذبية محلية.

الحل:

ندون البيانات السابقة فى الجدول ونوجد الفرق بين الأنحرافات الأمامية والخلفية للخطوط، ثم نبحث عن الخط الخالى من تأثير الجاذبية المحلية فيكون الخط جـ د حيث الفرق بين أنحرافى الخط الأمامى والخلفى = ١٨٠°. ومعنى هذا أن جميع قراءات البوصلة التى تؤخذ عن كل من النقطتين جـ ، د خالية من الأخطاء. أى أن أنحراف الخط جـ ب (الأنحراف الخلفى

للخط ب جـ) صحيح يساوى ٢٠ ٣٤٢° وكذلك أنحراف الخط د (الأنحراف الأمامي للخط د أ) صحيح أيضا يساوى ٣٠ ٣١٢°.

ندون فى الجدول الانحرافات الأمامي والخلفي جـ د وكذلك الأنحراف الخلفى للخط ب جـ ويساوى ٢٠ ٣٤٢° وأيضا الأنحراف الأمامى د أ ويساوى ٣٠ ٣١٢°. وبما أن الفرق بين الأنحراف الأمامى والخلفى للخط د أ يجب أن يكون ١٨٠° والأنحراف الأمامى الصحيح للخط ٣٠ ٣١٢°.

∴ يمكن إيجاد الأنحراف الخلفى المصحح للخط د أ.

= ٣٠ ٣١٢° − ١٨٠° = ٣٠ ١٣٢° ثم يدون فى الجدول.

ولكن الأنحراف الخلفى للخط د أ المقاس هو ٣٠ ١٣٦° أى أن هناك خطأ فى أنحراف أتجاه الشمال المغناطيسى مقداره − ٤° ويوجد فى جميع قراءات البوصلة التى تؤخذ من النقطة أ. لذلك يجب أضافة هذا الخطأ بنفس الأشارة الى الأنحراف الأمامى المقاس للخط أ ب للحصول على الأنحراف المصحح.

أى أن الأنحراف الأمامى للخط أ ب المصحح = ٧٣° − ٤° = ٦٩°

الأنحراف الخلفى للخط أ ب المصحح = ٦٩° + ١٨٠° = ٢٤٩°

وبنفس الطريقة ايضاً الفرق بين الأنحراف الخلفى المقاس والصحيح وللخط أب هو ٤٠َ ١°. يضاف هذا الخطأ الى الأنحراف الأمامى للخط ب جـ (بنفس أشارة الخطأ). فيكون الأنحراف الأمامى للخط ب جـ الصحيح

= ٠٠ ١٦٤° − ٤٠ ١° = ٢٠ ١٦٢°

والأنحراف الخلفى للخط ب جـ الصحيح= ٢٠ ١٦٢° + ١٨٠° = ٢٠ ٣٤٢°

وهو نفس الأنحراف المرصود.

	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٧٣° ٠٠َ	٢٥٠° ٤٠َ	١٧٧ ٤٠	٦٩° ٠٠	٢٤٩° ٠٠َ	١٨٠°
ب جـ	١٦٤ ٠٠	٣٤٢° ٢٠َ	١٧٨ ٢٠	١٦٢° ٢٠َ	٣٤٢ ٢٠َ	١٨٠°
جـ د	٢٥٢° ٤٠َ	٧٢° ٤٠َ	١٨٠ ..	٢٥٢° ٤٠َ	٧٢° ٤٠َ	١٨٠°
د أ	٣١٢° ٣٠َ	١٣٦° ٣٠َ	١٧٦ ٠٠	٣١٢° ٣٠َ	١٣٢° ٣٠َ	١٨٠°

مثال٢ : أخذت الأنحرافات التالية لمضلع مقفل أ ب جـ د هـ أ كما يلى:

أ ب ١١´ ٤٢° جـ ب ٣٠ ٢٨٤°
جـ د ٠٤´ ١٩١° هـ د ١٥ ٨٦°
هـ أ ١٢´ ٣١٦° ب أ ١٦ ٢٢٥°
ب جـ ٣٠´ ١٠٥ د جـ ٠٤ ١١°
د هـ ٠٠´ ٢٦٨ أ هـ ٥٢ ١٣٥°

المطلوب: تصحيح الأنحرافات بطريقة الجاذبية المحلية

الحل :

	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	١١ ٤٢°	١٦´ ٢٢٥°	٠٥´ ١٨٣°	١٦´ ٤٤°	١٦´ ٢٢٤°	١٨٠°
ب جـ	٣٠´ ١٠٥°	٣٠ ٢٨٤	٠٠ ١٧٩	٣٠ ١٠٤	٣٠ ٢٨٤	١٨٠°
جـ د	٠٤´ ١٩١°	٠٤ ١١	٠٠ ١٨٠	٠٤ ١٩١	٠٤ ١١	١٨٠°
د هـ	٠٠´ ٢٦٨°	١٥ ٨٦	٤٥ ١٨١	٠٠ ٢٦٨	٠٠ ٨٨	١٨٠°
هـ أ	١٢´ ٣١٦°	٥٢ ١٣٥	٢٠ ١٨٠	٥٧ ٣١٧	٥٧ ١٣٧	١٨٠°

ب– فى حالة عدم وجود خط خالى من تأثير الجاذبية المحلية:

فى هذه الحالة وبعد تدوين الأنحرافات المقاسة فى الجدول وإيجاد الفروق بين كل أنحرافى الخطوط، نبحث عن الخط الذى يكون عنده الخطأ بين الأنحراف الأمامى والخلفى أصغر ما يمكن. ثم نبدأ بتصحيح هذا الخطأ بطريقة المتوسطات ويعتبر هذا الخط أساس لتصحيح الأنحرافات الأخرى للأضلاع بأتباع الطريقة السابقة.

مثال: صحح بطريقة الجاذبية المحلية أنحرافات المضلع المقفل أ ب جـ د إذا كانت الأنحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشورية للخطوط كما يلى:

د أ ٠٠´ ١٤٤° د جـ ٣٠´ ٢٤٧°
ب جـ ٣٠´ ٢٧٨° ب أ ١٥ ٥٧°
أ د ٠٠´ ٢٢٢° جـ د ٠٠ ٦٨°
جـ ب ٤٥´ ٩٩° أ ب ٠٠´ ٢٣٦°

الحل:

تدون الأنحرافات المقاسة فى الجدول ونوجد الفرق بين الأمامى والخلفى ونلاحظ أن الفروق أكثر من درجة وأنه لا يوجد خط خالى من الجاذبية المحلية.

كما يلاحظ من الجدول أن أقل الأخطاء يوجد بالخط جـ د حيث أن الفرق بين الأنحراف الأمامى والأنحراف الخلفى = ٣٠ ١٧٩° ومقدار الخطأ هو ٣٠َ لذلك يصحح هذا الخط بطريقة المتوسطات. وبمقارنة الأنحراف الأمامى المقاس بالأنحراف الأمامى الصحيح للخط جـ د نجد أن الخطأ عبارة عن (-١٥َ) وهذا الخطأ يشترك فيه جميع الأنحرافات المقاسة من نقطة جـ وبالتالى يمكن إيجاد الأنحراف الخلفى ب جـ مثل الطريقة السابقة.

الأنحراف الخلفى للخط ب جـ المصحح

= ٤٥ ٩٩° - ١٥ = ٣٠َ ٩٩°

الأنحراف الأمامى للخط ب جـ المصحح

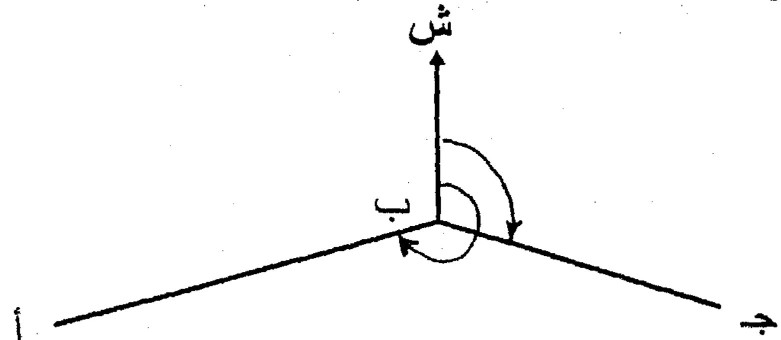
= ٣٠ ٩٩ + ١٨٠° = ٣٠َ ٢٧٩°

وهكذا يستمر التصحيح يمثل الطريقة السابقة مباشرة لتصحيح الباقى.
والجدول التالى يوضح الانحرافات المقاسة والانحرفات المصححة.

	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٢٣٦ ٠٠	٥٧ ١٥	١٧٨ ١٥	٢٣٨ ١٥	٥٨ ١٥	١٨٠°
ب جـ	٢٧٨ ٣٠	٩٩ ٤٥	١٧٨ ٤٥	٢٧٩ ٣٠	٩٩ ٣٠	١٨٠°
جـ د	٦٨ ٠٠	٢٤٧ ٣٠	١٧٩ ٣٠	٦٧ ٤٥	٢٤٧ ٤٥	١٨٠°
د أ	١٤٤ ٠٠	٣٢٢ ٠٠	١٧٨ ٠٠	١٤٤ ١٥	٣٢٤ ١٥	١٨٠°

٤-٧- حساب الزوايا الداخلية للترافرس (المضلع):

لإيجاد الزاوية أ ب جـ شكل (٤-٥) نضع البوصلة عند رأس الزاوية (النقطة ب) ثم نرصد الشاخص عند النقطة أ بواسطة البوصلة وبعد ثبوت الأبرة المغناطيسية تقرأ التدريج الدائرى فنحصل على الأنحراف الخلفى للخط أب وبالمثل نرصد الشاخص عند النقطة جـ ثم نوجد الأنحراف الأمامى للخط ب جـ.



شكل (٤-٥)

وبما أن أتجاه الشمال المغناطيسى ثابت للأبرة فيكون الفرق بين الأنحرافين هو الزاوية الداخلية بين الضلعين أ ب ، ب جـ (أ بـ جـ).

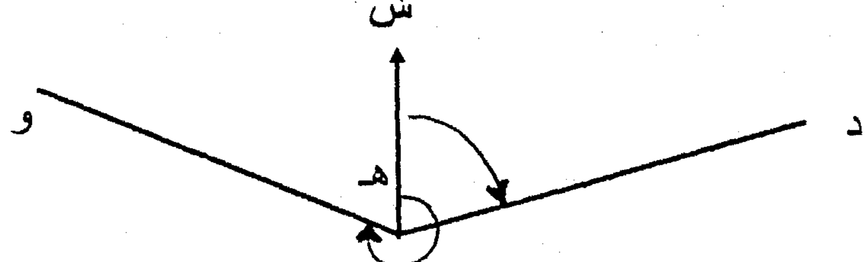
∴ الزاوية الداخلية أ ب جـ

= الأنحراف الخلفى للخط أ ب - الأنحراف الأمامى للخط ب جـ

∴ الزاوية بين أى خطين

= الأنحراف الخلفى للخط السابق - الأنحراف الأمامى للخط التالى

وأحياناً يكون مقدار الفرق بين الإنحرافين بإشارة سالبة شكل(٤-٦). حيث يكون الأنحراف الخلفى للخط د هـ أقل من الأنحراف الأمامى للخط هـ و مثل هذه الحالة يعطى الزاوية المنكسرة الخارجية بين الخطين د هـ ، هـ و. وللحصول الداخلية نضيف ٣٦٠° على الأنحراف الخلفى د هـ (الخط السابق) ثم نطرح من هذه القيمة الأنحراف الأمامى للخط هـ و (الخط التالى).



شكل (٤-٦)

وعند إيجاد الزوايا الداخلية بين أضلاع المضلع المقاسة أنحرافاته بواسطة البوصلة يجب أولاً تصحيح تلك الأنحرافات المقاسة، ثم تحسب الزوايا الداخلية بين الأضلاع من الأنحرافات المصححة. وللتأكد من دقة الحسابات يجب عمل التحقيق الحسابى وذلك بجمع الزوايا الداخلية للمضلع والتى يجب أن تكون مساوية للعلاقة التالية:

مجموع الزوايا الداخلية فى أى مضلع = (٢ن − ٤)ق

حيث ن عدد الزوايا أو أضلاع المضلع

مثال١ : أ ب جـ د هـ أ مضلع مقفل قيست أضلاعه فكانت ٤٥,٠٠ ـ ٤٠,٠ ـ ٧٠,٠ ـ ٤٠,٠ ـ ٦٠,٠ مترا على التوالى. وقيست إنحرافات الخطوط الأمامية والخلفية بالبوصلة المنشورية فكانت:

أ ب : ٢٧٠° ٣٠' ، ٨٩° ٣٠
ب جـ : ٣٥٩° ٣٠' ، ١٨٠° ٣٠
جـ د : ٦٠° ١٥' ، ٢٣٩° ٤٥'
د هـ : ١٤٩° ٤٥' ، ٣٣٠° ١٥
هـ أ : ٢١٠° ٣٠' ، ٢٩° ٣٠'

ما هى الزوايا الداخلة للمضلع المصححة

الطول	الفرق	الأنحرافات المرصودة		الضلع	الأنحرافات المصححة		الزاوية الداخلية
		أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٤٥	٢٧٠° ٣٠'	٨٩° ٣٠'	١٨١° ٠٠'	٢٧٠ ٠٠	٩٠ ٠٠	٩٠° ٠٠'
ب جـ	٤٠	٣٥٩ ٣٠	١٨٠ ٣٠	١٧٩ ٠٠	٣٦٠ ٠٠	١٨٠ ٠٠	١٢٠ ٠٠
جـ د	٧٠	٦٠ ١٥	٢٣٩ ٤٥	١٧٩ ٣٠	٦٠ ٠٠	٢٤٠ ٠٠	٩٠ ٠٠
د هـ	٤٠	١٤٩ ٤٥	٣٣٠ ١٥	١٨٠ ٣٠	١٥٠ ٠٠	٣٣٠ ٠٠	١٢٠° ٠٠
هـ أ	٦٠	٢١٠ ٣٠	٢٩ ٣٠	١٨١ ٠٠	٢١٠ ٠٠	٣٠ ٠٠	١٢٠ ٠٠

مجموع الزوايا الداخلية ٥٤٠٠٠°

عدد أضلاع المضلع خمس أضلاع

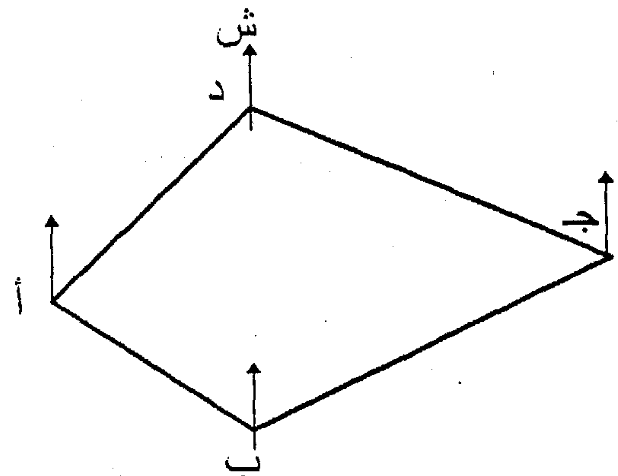
∴ مجموع الزوايا الداخلة = (٢ن −٤) ق= (٢×٥−٤) ×٩٠ = ٥٤٠٠٠٠°

٤-٧- طرق رسم المضلع:

توجد عدة طرق لرسم المضلع ومنها:

١- توقيع الخطوط بالمنقلة بواسطة إنحرافاتها:

نفرض أننا نريد توقيع المضلع السابق تصحيحة فنبدأ من أ مثلا ونرسم خط الشمال عندها ثم نرسم خطأ يمثل إنحراف أ ب شكل (٤-٧) نوقع عليه الطول أ ب بمقياس الرسم فتتعين ب، من ب نرسم أتجاه الشمال ثم نعين إتجاه ب جـ بتوقيع إنحرافه، ونأخذ عليه الطول ب جـ بمقياس الرسم وهكذا نكرر العملية حتى نوقع جميع الخطوط وهى طريقة غير دقيقة على الطلاق.



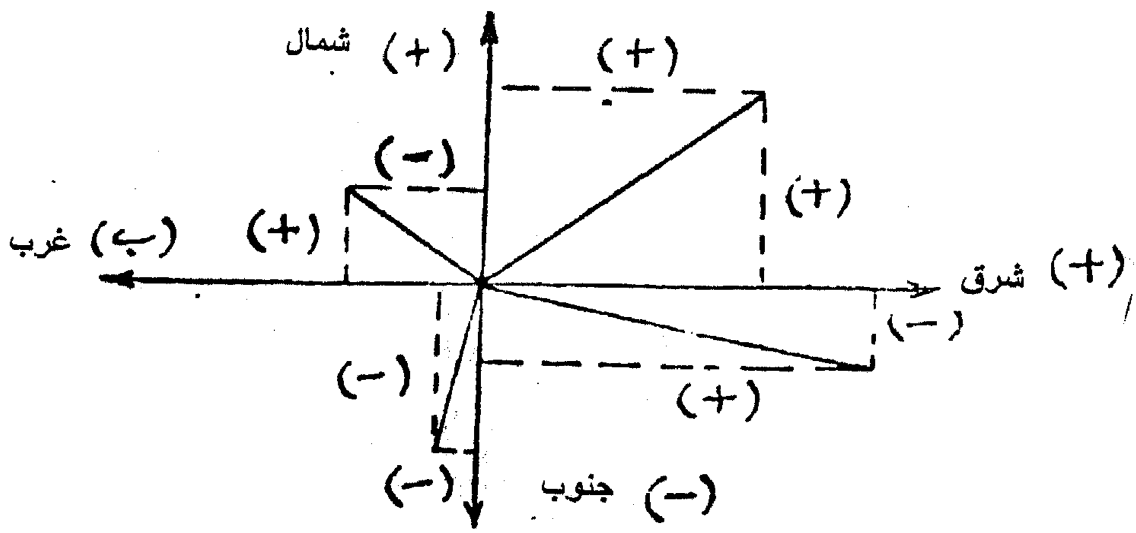
شكل (٤-٧)

٢- توقيع الخطوط بالزوايا الداخلية للمضلع:

تحسب الزوايا الداخلية بين الخطوط بعد تصحيح الأنحرافات ثم نوقع خط بعد آخر بالمنقلة. وهى كسابقتها غير دقيقة لأستعمالنا المنقلة فى التوقيع.

٣- طريقة مركبات الأحداثيات:

وهذه الطريقة أدق الطرق وتستخدم فى ترافرس التيودوليت. وفى هذه الطريقة يكون لكل خط فى المضلع له مسقطان بالنسبة لأتجاه الشمال المغناطيسى أحدهما يوازى أتجاه الشمال ويعرف بالمركبة الرأسية كما فى شكل (٤-٨) وتختلف إشارة الأحداثيات بإختلاف ربع الدائرة الذى يقع فيه الضلع.



شكل (٤-٨)

أما قيمة المركبات تتوقف على طول الخط وزاوية إنحرافه (الأنحراف المختصر).

طول المركبة الرأسية = طول الضلع × جتا (زاوية الإنحراف المختصر)

طول المركبة الأفقية = طول المضلع × جا (زاوية الإنحراف المختصر)

ولتوقيع المضلع نفرض نقطة أ وترسم المركبة الأفقية للخط أب موازيا للمحور السينى ومنها يرسم المركبة الرأسية للخط أب موازيا للمحور الصادى لنصل إلى ب ومن نقطة ب نرسم المركبة الأفقية للخط ب جـ موازيا المحور الصادى لنصل إلى جـ وهكذا حتى يستكمل كل أضلاع المضلع.

ولكى يكون المضلع المقفل صحيحا يجب أن يتحقق الشرطين التاليين:

أ- المجموع الجبرى للمركبات الرأسية لخطوط المضلع = صفرا.

أ- المجموع الجبرى للمركبات الأفقية لخطوط المضلع = صفرا.

٤-٨- خطأ القفل بالترافرس:

عند توقيع أو رسم المضلع (الترافرس) بمقياس الرسم المطلوب قد يحدث أن نقطة البداية ونقطة النهاية لا تنطبقان معا وتسمى المسافة بين نقطة البداية والنهاية بخطأ القفل. ويمكن تحديد دقة العمل بمعرفة نسبة خطأ القفل وهذه تحسب من العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة خطأ القفل} = \frac{\text{طول خطأ القفل}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

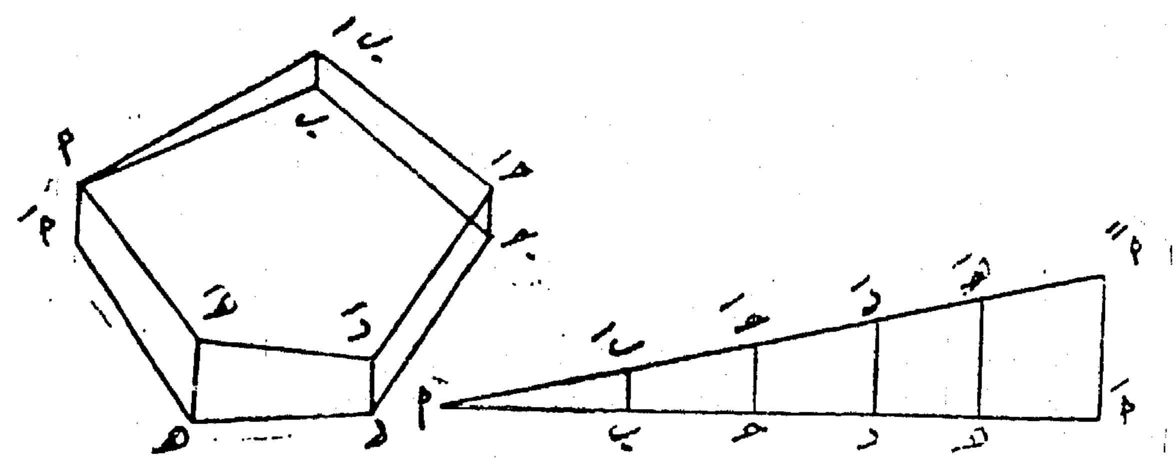
هذه النسبة يجب ألا تزيد عن $\frac{1}{100}$ فى الأراضى الوعرة ذات الطبوغرافية الشديدة مع القياس بالجنزير وعن $\frac{1}{500}$ فى المدن. ويجب ألا يتعدى هذا الخطأ عن النسبة السابقة وإلا يعاد قياسات الأطوال والإنحرافات بدقة أكبر لنحصل على الخطأ المسموح.

٤-٩- تصحيح خطأ القفل:

يمكن تصحيح خطأ القفل بالطرق الأتية:

أ- التصحيح بالطريقة التخطيطية

إذا كان التوقيع بطريقة الإنحرافات أو بالزوايا الداخلية، فعند توقيع المضلع فأننا نبدأ بنقطة مثل أ ونوقع الخطوط تباعاً حتى النقطة أ مرة أخرى ولكن يندر أن نرجع لنفس النقطة أ تماماً وأنما نصل الى نقطة أخرى أ وتسمى المسافة أ أ بطول خطأ القفل (شكل ٤-٩). ويتم تصحيح خطأ القفل تخطيطاً. حيث يرسم الخط أ أ طوله محيط المضلع وتعين الأطوال أ ب ، ب جـ ، جـ د ..... ألخ. ثم نقيم من أ عمود أ أ يعادل طول خطأ القفل للترافرس ثم تصل نهاية هذا العمود أ بنقطة البداية وبخط منقط. بعد ذلك نرسم أعمدة عند كل نقطة مثل هـ هـ ، د د ، جـ جـ. الخ لتقابل هذا الخط المنقط. ثم نرسم من رؤوس المضلع أبتداءاً من النقطة ب الطول ب ب يوازى خطأ القفل أ أ وفى نفس أتجاهه وكذلك عند جـ مثل جـ جـ ... الخ. وبذلك تتعين الرؤوس ب ، جـ ، د ، هـ بالإضافة الى أ والتى تمثل رؤوس المضلع بعد التصحيح.



شكل (٤-٩): تصحيح خطأ القفل بالطريقة التخطيطية

ب- التصحيح بطريقة إحداثيات المضلع:

تستخدم هذه الطريقة إذا تم توقيع المضلع بطريقة المركبات. حيث تقاس الإنحرافات الأمامية والخلفية للخطوط وتصحح كما سبق بحيث يكون الفرق بين الإنحرافين ١٨٠°. ثم تحسب المركبات (الإحداثيات) الأفقية والرأسية للخطوط كما ذكرنا من قبل. إذا كانت مجموع المركبات الرئيسية الموجبة لايساوى مجموع المركبات الرئيسية السالبة وبالمثل إذا كانت المركبات مجموع الأفقية الموجبة لاتساوى مجموع المركبات الأفقية السالبة. فأننا نحصل من هذه الفروق على مقدار خطأ القفل.

خطأ القفل = $\sqrt{\text{(المركبة الأفقية للخطأ)}^2 + \text{(المركبة الرأسية للخطأ)}^2}$

وهذا الخطأ يوزع بحيث ينصب أغلبيته على طول المضلع ولا يصيب الزوايا إلا بأقل قدر ممكن من التغيير. ويصحح خطأ القفل كما سبق تخطيطياً أما فى طريقة الإحداثيات فتصحح الإحداثيات كما يلى:

تصحيح المركبة الرأسية للخط

$$= \frac{\text{طول الخط}}{\text{أطوال خطوط المضلع}} \times \text{المركبة الرأسية لخطأ القفل}$$

تصحيح المركبة الأفقية للخط

$$= \frac{\text{طول الخط}}{\text{أطوال خطوط المضلع}} \times \text{المركبة الأفقية لخطأ القفل}$$

ثم يرسم المضلع نقطة بإستعمال القياسات الطولية فقط ـ ويلاحظ لتحديد إحدى نقط المضلع يرسم الإحداثى الأفقى موازيا للمحور السينى وبمسافة تساوى الأحداثى الأفقى ومنها يرسم الأحداثى الرأسى المصحح موازيا للمحور الصادى فتصل الى النقطة التالية من نقط المضلع وهكذا. وبذا تتلاشى عدم قفل المضلع إذ أننا صححنا سلفاً خطأ القفل فيه.

أمثله محلوله

مثال ١: أخذت الإنحرافات التالية بالبوصلة المنشورية فى ترافرس مقفل أ ب جـ د أ ـ والمطلوب تصحيحها ثم استنتاج الأنحرافات المختصرة لأضلاع الترافرس.

الخط	الأنحراف الأمامي	الأنحراف الخلفي
أ ب	٣٠ ٢٢٥°	١٥ ٤٥°
ب جـ	٠٠ ٢٩٩°	٠٠ ١٢٠°
جـ د	٠٠ ٣١°	١٥ ٢١٠°
د أ	٠٠ ١٣٥°	٠٠ ٣١٥°

يلاحظ أن التصحيح للأنحرافات كان بطريقة المتوسطات حيث الفروق بسيطة ولاتتعدى ١°

الخط	الأنحرافات المرصودة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق	الأنحراف المختصر
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى		
أ ب	٣٠َ ٢٢٥	١٥َ ٤٥°	١٥ ١٨٠	٢٥َ ٢٢٥°	٣٠َ ٤٥°	١٨٠°	جـ ٣٠ ٤٥° غ
ب جـ	٠٠ ٢٩٩	٠٠ ١٢٠	٠٠ ١٧٩	١٥ ٢٩٩	١٥ ١١٩	١٨٠°	ش ٤٥ ٥٠ غ
جـ د	٠٠ ٣١	١٥ ٢١٠	١٠ ١٧٩	١٥ ٣٠	١٥ ٢١٠	١٨٠°	ش ١٥ ٣٠ق
د أ	٠٠ ١٣٥	٠٠ ٣١٥	٠٠ ١٨٠	٠٠ ١٣٥	٠٠ ٣١٥	١٨٠°	جـ ٠٠ ٤٥ ق

مثال ٢: صحح بطريقة الجاذبية المحلية انحرافات للمضلـع أ ب جـ د أ ـ إذا كانت الإنحرافات للخطوط على التوالى هى:

أ ب : ١٤٤° ، ب أ : ٣٢٢°

ب جـ : ٦٨° ، جـ ب : ٢٤٧,٥°

جـ د : ٢٧٨,٥ ، د جـ :٩٩,٧٥°

د أ : ٢٣٦° ، أ د : ٥٧,٢٥°

الخط	الأنحرافات المرصودة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	١٤٤° ٠٠'	٣٢٢° ٠٠'	١٧٨° ٠٠'	١٤١ ٤٥	٣٢١ ٤٥	١٨٠° ٠٠
ب جـ	٦٨ ٠٠	٢٤٧ ٣٠	١٧٩ ٣٠	٦٧ ٤٥	٢٤٧ ٤٥	١٨٠° ٠٠
جـ د	٢٧٨ ٣٠	٩٩ ٤٥	١٧٨ ٤٥	٢٧٨ ٤٥	٩٨ ٤٥	١٨٠° ٠٠
د أ	٢٣٦ ٠٠	٥٧ ١٥	١٧٨ ٤٥	٢٣٥ ٠٠	٥٥ ٠٠	١٨٠° ٠٠

ملاحظات على الحل:

١- الفرق بين الإنحرافين أقل ما يمكن فى الخط ب جـ وهو ٣٠

٢- صحح الإنحرافين الأمامى والخلفى للخط ب جـ بطريقة المتوسطات حتى نحصل على فرق ١٨٠°.

٣- صحح بقية الإنحرافات بطريقة الجاذبية.

مثال ٣: الأرصاد الآتية أخذ لترافرس مقفل أ ب جـ د هـ أ. والمطلوب إيجاد:

١- الإنحرافات المصححة للمضلع.

٢- الكميات اللازمة لرسم المضلع بطريقة الأحداثيات.

الخط	الطول بالمتر	الأنحراف الأمامى		الأنحراف الخلفى	
أ ب	٥٨	٦٤°	١٨'	٢٤٤°	١٨
ب جـ	٩٠	١٢٨°	١٩	٣٠٧°	٤٩
جـ د	٦٣	٢٠١°	٠٥	٢٢°	٣٥
د هـ	٤٥	٢٨٨°	٤٩'	١٠٧°	٥٩
هـ أ	٩٤	٣٢٤°	١٨	١٤٤°	٨

الحل:

أولاً: تصحيح الانحرافات الدائرية للمضلع

الطول	الخط	الانحرافات المرصودة		الفرق	الانحرافات المصححة		الفرق
		أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
٥٨	أ ب	٦٤° ١٨´	٢٤٤° ١٨´	١٨٠° ٠٠´	٦٤ ١٨	٢٤٤ ١٨	١٨٠° ٠٠´
٩٠	ب جـ	١٢٨° ١٩´	٣٠٧° ٤٩´	١٧٩ ٣٠	١٢٨ ١٩	٣٠٨ ١٩	١٨٠ ٠٠
٦٣	جـ د	٢٠١° ٠٥´	٢٢° ٣٥´	١٧٨ ٣٠	٢٠١ ٣٥	٢١ ٣٥	١٨٠ ٠٠
٤٥	د هـ	٢٨٨° ٤٩´	١٠٧° ٥٩´	١٨٠ ٥٠	٢٨٧ ٤٩	١٠٧ ٤٩	١٨٠ ٠٠
٩٤	هـ أ	٣٢٤° ١٨´	١٤٤° ٨´	١٨٠ ١٠	٣٢٤ ٠٨	١٤٤ ٠٨	١٨٠ ٠٠

ثانياً: طريقة إحداثيات المضلع (الكميات):

الخط	الطول	الدائرى المصحح	المختصر	الإحداثى الرأسى	الإحداثى الأفقى	الإحداثى الرأسى المصحح	الإحداثى الأفقى المصحح
أ ب	٥٨	١٨ ٦٤°	١٨ ٦٤°	٥٨ جتا ١٨ ٦٤° = +٢٥,١٥٤٦	٥٨ جا ١٨ ٦٤° =+ ٥٢,٢٦٣٨	+ ٢٥,١٩٧٥	+ ٥٢,١١٧١
ب جـ	٩٠	١٢٨ ١٩	٥١ ٤١	٩٠ جتا ٤١ ٥١ = −٥٥,٨٠٠٠	٩٠ جا ٤١ ٥١ =+ ٦٩,٧١٤٠	− ٥٥,٧٣٢٤	+ ٦٩,٤٨٦٣
جـ د	٦٣	٢٠١ ٣٥	٢١ ٣٥	٦٣ جتا ٣٥ ٢١ = ٥٨,٥٨٣٧	٦٣ جا ٣٥ ٢١ =− ٢٣,١٧٧٧	− ٥٨,٥٣٧١	− ٢٣,٣٣٧١
د هـ	٤٥	٢٨٧ ٤٩	٧٢ ١١	٤٥ جتا ١١ ٧٢ = + ١٣,٧٧٠	٤٥ جا ١١ ٧٢ =− ٤٢,٨٤٠٠	+ ١٣,٨٠٣٣	− ٤٢,٩٥٣٨
هـ أ	٩٤	٣٢٤ ٠٨	٣٥ ٥٢	٩٤ جتا ٥٢ ٣٥ = −٥٧,٢٠٠٠	٩٤ جا ٥٢ ٣٥ − ٥٥,٠٧٤٦	+ ٧٥,٢٦٩٧	− ٥٥,٣١٢٥
محيط المضلع	٣٥٠			+ ١١٤,١٢٤٦ − ١١٤,٣٨٣٧ − ٠,٢٥٩١	+ ١٢١,٩٧٧٨ − ١٢١,٠٩٢٣ +٠,٨٨٥٥	+ ١١٤,٢٧٠٥ − ١١٤,٢٧٠٥ ٠٠ ٠٠	+ ١٢١,٦٠٣٤ − ١٢١,٦٠٣٤ ٠٠ ٠٠

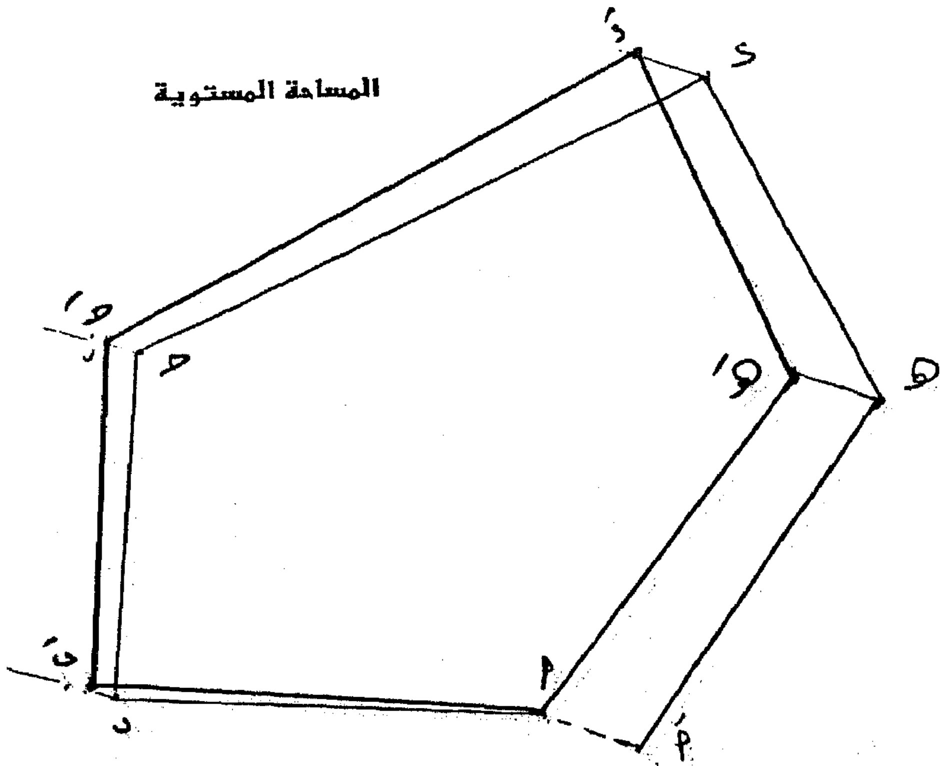
مثال ٤: أ ب جـ د هـ أ مضلع قيست أطوال أضلاعه فكانت ٤٥,٠ ، ٤٠,٠ ، ٧٠,٠ ، ٤٠,٠ ، ٥٠,٠ مترا على التوالى، وقيست أنحرافات الخطوط الأمامية والخلفية بالبوصلة المنشورية فكانت:

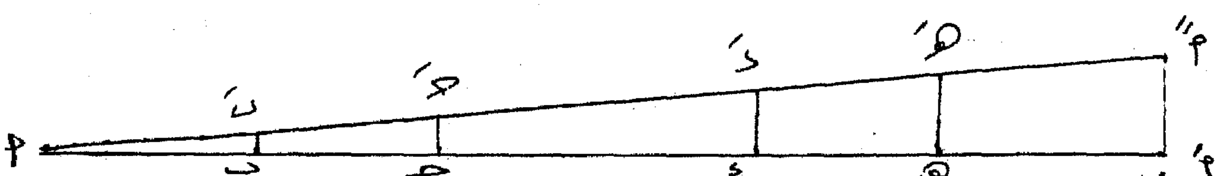
ب جـ = ٣٠َ ٣٥٩° ، دهـ = ٤٥َ ١٤٩° ، أهـ = ٣٠َ ٢٩°
د جـ = ٤٥َ ٢٣٩° ، ب أ = ٣٠َ ٨٩° ، جـ ب = ٣٠َ ١٨٠°
هـ د = ١٥َ ٣٣٠° ، هـ أ = ٣٠َ ٢١٠° ، أ ب = ٣٠َ ٢٧٠°
جـ د = ١٥َ ٦٠°

ما هى الزوايا الداخلية للمضلع المصححة – ثم أرسم المضلع على ورقة مربعات بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ ثم صححه تخطيطيا.

الخط	الطول متر	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
		أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	٤٥	٢٧٠ ٣٠	٨٩ ٣٠	١٨١ ٠٠	٢٧٠ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٨٠°
ب جـ	٤٠	٣٥٩ ٣٠	١٨٠ ٣٠	١٧٩ ٠٠	٣٦٠ ٠٠	١٨٠ ٠٠	١٨٠°
جـ د	٧٠	٦٠ ١٥	٢٣٩ ٤٥	١٧٩ ٣٠	٦٠ ٠٠	٢٤٠ ٠٠	١٨٠°
د هـ	٤٠	١٤٩ ٤٥	٣٣٠ ١٥	١٨٠ ٣٠	١٥٠ ٠٠	٣٣٠ ٠٠	١٨٠°
هـ أ	٦٠	٢١٠ ٣٠	٢٩ ٣٠	١٨١ ٠٠	٢١٠ ٠٠	٣٠ ٠٠	١٨٠°

لرسم المضلع بما أن مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠ أى كل ١ سم على الخريطة يمثل ١٠ متر على الطبيعة وبذلك تكون أطوال الأضلاع بمقياس الرسم المعطى على الرسم كالتالى:
أ ب = ٤,٥ سم ، ب جـ = ٤,٠ سم ، جـ د = ٧,٠ سم ، د هـ = ٤,٠ سم ، هـ أ = ٥,٠ سم ، ولإيجاد الزوايا الداخلية للمضلع نرتب أولاً الانحرافات المقاسة فى الجدول ثم نصحح تلك الرصاد بالطريقة المناسبة. ويلاحظ هنا أن الطريقة المناسبة هى طريقة المتوسطات حيث أن الخطأ فى الفرق بين الأنحرافات لم يزد عن واحد درجة وبعد ذلك نوجد الزوايا الداخلية للمضلع ونحقق حسابيا حيث أن مجموع الزوايا الداخلية للمضلع الخماسى ٥٤٠°.
نرسم المضلع بمعلومة أطوال الأضلاع والزوايا الداخلية.





مثال٥: صحح بطريقة الجاذبية المحلية إنحرافات المضلع أ ب جـ د إذا كانت الإنحرافات للخطوط على التوالى هى:-

أ ب ١٤٤° ، ب أ ٣٢٢ ، ب جـ ٦٨°
جـ ب ٢٤٧,٥ ، جـ د ٢٧٨,٥ ، د جـ ٩٩,٧٥
د أ ٢٣٦ ، أ د ٥٧,٢٥

الحل:

	الأنحرافات المقاسة		الفرق	الأنحرافات المصححة		الفرق
	أمامى	خلفى		أمامى	خلفى	
أ ب	١٤٤ ٠٠	٣٢٢ ٠٠	١٧٨ ٠٠	١٤١ ٤٥	٢٢١ ٤٥	١٨٠ ٠٠
ب جـ	٦٨ ٠٠	٢٤٧ ٣٠	١٧٩ ٣٠	٦٧ ٤٥	٢٤٧ ٤٥	١٨٠ ٠٠
جـ د	٢٧٨ ٣٠	٩٩ ٤٥	١٧٨ ٤٥	٢٧٨ ٤٥	٩٨ ٤٥	١٨٠ ٠٠
د أ	٢٣٦ ٠٠	٥٧ ١٥	١٧٨ ٤٥	٢٣٥ ٠٠	٥٥ ٠٠	١٨٠ ٠٠

مثال ٦: أخذت القياسات الآتية لمضلع مفتوح بواسطة البوصلة:

الخط	الطول (متر)	الإنحرافات
أ ب	٥٧,٤	٣٠
ب جـ	١٠١,٢	٢٠
جـ د	٨٠,٥	١٥
د هـ	١٠٠,٣	١٠

والمطلوب: تصحيح انحرافات هذا المضلع. اذا علمت ان احداثيات نقطة أ ١٠٠ شمالا، ١٠٠ شرقا واحداثيات نقطة هـ هى ٤٣٦,٢ شمالا، ٢١٣,٤٥ شرقا.

الحل :

الخط	الطول (متر)	إنحراف مختصر	المركبات المحسوبة		التصحيحات		المركبات المصححة	
			س(متر)	ص(متر)	Δس(متر)	Δص(متر)	س(متر)	ص(متر)
أ ب	٧٥,٤	ش ٣٠°ق	٣٧,٧٠	٦٥,٣٠	٠,٦١	٠,١٦-	٣٨,٣١	٦٥,١٤
ب جـ	١٠١,٢	ش ٢٠°ق	٣٤,٦١	٩٥,١٠	٠,٨٢	٠,٢١-	٣٥,٤٣	٩٤,٩٨
جـ د	٨٠,٥	ش ١٥°ق	٢٠,٨٣	٧٧,٧٦	٠,٦٠	٠,١٦-	٢١,٤٨	٧٧,٦٠
د هـ	١٠٠,٣	ش ١٠°ق	١٧,٤٢	٩٨,٧٨	٠,٨١	٠,٢١-	١٨,٢٣	٩٨,٥٧
	٣٥٧,٤		١١٠,٥٦	٣٣٦,٩٤	٢,٨٩	٠,٧٤-	١١٣,٤٥	٣٣٦,٢٠

المركبة (س) للخط أ هـ = ٢١٣,٤٥ − ١٠٠ = ١١٣,٤٥ مترا

المركبة (ص) للخط أ هـ = ٤٣٦,٢٠ − ١٠٠ = ٣٣٦,٢٠ مترا

مركبات خطأ القفل Δ س ، Δ ص

Δ س = ١١٣,٤٥ − ١١٠,٥٦ = ٢,٨٩ مترا

Δ ص = ٣٣٦,٢٠ − ٣٣٦,٩٤ = −٠,٧٤ مترا

خطأ القفل = $\sqrt{(٠,٧٤)^{٢} + (٢,٨٩)^{٢}}$ = ٢,٩٨

نسبة خطأ القفل = $\frac{٢,٩٨}{٣٥٧,٤} = \frac{٨}{١٠٠٠} = \frac{١}{١٢٥}$

نفرض الخطأ مسموحا به

تصحيح الخطأ فى أب

Δ س١ = $\frac{٣٥٧,٤}{٧٥,٤}$ × (٢,٨٥) = ٠,٦١ مترا

Δ ص١ = $\frac{٧٥,٤}{٣٥٧,٤}$ × (−٠,٧٤) = −٠,١٦ مترا

تمارين على الباب الرابع

١- أكتب الأنحرافات الدائرية للخطوط التى إنحرافاتها المختصرة هى:

جـ ٤١ ٤١° ق ، ش ١٧ ٩° ق

جـ ١٣ ١٣° ق ، ش ٠٠ ٨١ ق

٢- الأنحرافات المبينة أدناه أخذت بالبوصلة والمطلوب تصحيحها ثم إستنتج الأنحرافات الصحيحة المختصرة أ ب = ١٤ ٤٥°، ب جـ = ٠٠ ١٢٠° ، جـ د = ١٥ ٣١٠°، د أ = ٣١٥°، ب أ = ٣٠ ٢٢٥ ، جـ ب = ٢٩٩°، د جـ = ٠٠ ٣١° ، أ د = ١٣٥°. أوجد أيضا الزوايا بين الأضلاع وحقق مجموعها.

٣- لرفع منطقة بواسطة البوصلة وقيست أنحرافات بعض أضلاع كالآتى:

أ ب = ٤١ ٢٣٤° دهـ = ١١ ١٠٥°

ب جـ = ٤٦ ٣٨° هـ و = ٢٢ ١٧٦°

جـ أ = ١٧ ١٨٨° أ ب = ٠٩ ٢٠٣°

والمطلوب حساب أنحرافات الخطوط المختصرة والربع الدائرية.

٤- أخذت الأنحرافات الامامية والخلفية لمضلع مقفل والمطلوب تصحيحها بطريقة المتوسطات.

الضلع	الأنحراف الأمامى		الأنحراف الخلفى	
أ ب	٢٧	١٣٧°	٤٥	٣١٧°
ب جـ	٥٢	٢٠٥	١٨	٢٥
جـ د	٣٠	٢٧٩	٠٠	١٠٠
د هـ	٠٠	٣٤٤	١٨	١٦٤
هـ أ	١٠	٨٣	١٠	٢٦٣

٥- قطعة أرض على شكل مثلث أ ب جـ قيست الأنحرافات الأمامية والخلفية بالبوصلة فكانت:

أ ب = ١٥ ٤٣° ، ب أ = ١٥ ٢٢٢°

ب جـ = ٤٠ ١٦٢° ، حـ د = ٢٠ ٣٤٣°

جـ أ = ٠٠ ٢٧٥° ، أ جـ = ٣٠ ٩٥°

صحح هذه الأنحرافات وأحسب مجموع الزوايا الداخلية.

٦- فى المضلع أ ب جـ د كان أنحراف الخط أ ب الأمامى ٣٠ ٤٥° بينما كان الخط ب جـ متجهاً من الغرب الى الشرق، والخط جـ د متجها من

الشمال الى الجنوب والأنحراف الخلفى للخط د هـ .. ٦١° والضلع هـ أ متجها شمالاً وكانت الأطوال المقاسة ٥٢,٠٠ ، ٣٩,٠٠ ، ٥٦,٠٠ ، ٧١,٠٠ ، ٦٢,٠٠ والمطلوب تصحيح المضلع بالطريقة التخطيطية (مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠).

٧- فى المضلع أ ب جـ د أ كان الأنحراف الأمامى للخط أ ب = ٣٠َ ٤٥° وكان الخط ب جـ متجها من الغرب الى الشرق والخط جـ د من الشمال للجنوب وإنحراف الخط الخلفى د هـ ٦١°، هـ أ كان متجهاً من الجنوب الى الشمال وكانت الأطوال المقاسة للأضلاع على التوالى ٥٢، ٣٩، ٥٦، ٦٢،٧٠ متراً أرسم المضلع بمقياس ١ : ١٠٠٠ بعد تصحيحه. وما هى اطوال كل من القطرين أ جـ، ب هـ: أحسب قيمة الزاوية أ د جـ.

٨- الجدول التالى يبين الأنحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشورية للمضلع المقفل أ ب جـ د . صحح هذه الأنحرافات وأحسب الزوايا الداخلية للمضلع ثم استنتج الأنحرافات المختصرة لكل ضلع.

الخط	الأنحراف الأمامى		الأنحراف الخلفى	
أ ب	١٥	٤٥°	٣٠	٢٢٥°
ب جـ	٠٠	١٢٠	٠٠	٢٩٩°
جـ د	١٥	٢١٠	٠٠	٣١°
د جـ	٠٠	٣١٥	٠٠	١٣٥°

٩- لرفع منطقة لأعادة تخطيطها وضع المضلع أ ب جـ د وقيست أنحرافات أضلاعه بالبوصلة وكانت كالآتى:

الخط	الأنحراف الأمامى		الأنحراف الخلفى	
أ ب	٥	٤٦°	١٥°	٢٢٥°
ب جـ	١٥	٢١٥°	١٥°	٣٥°
جـ د	٤٠	٢٩٥°	٣٠°	١١٤°
د أ	١٥	٣٦٠°	١٥°	١٨٢°

أحسب ما يأتى:

١- الأنحرافات المصححة للأضلاع.

٢- الأنحرافات المختصرة للأضلاع.

١٠- لرفع منطقة لأعادة تخطيطها وضع المضلع أ ب جـ د أ وقيست أنحرافات أضلاعه بالبوصلة المنشورية فكانت:

ب جـ : ٠٠َ ٢٤٥° ، جـ د : ٣٠ ٢٩٢° ، أ د : ٣٠ ٢٥٥°

ب أ : ٠٠َ ٣٠٥° ، د أ : ٣٠ ٧٣° ، جـ ب: ٠٠ ٦٥°

د جـ : ٠٠َ ١٠٩° ، أ ب : ٣٠ ١٣٠°. أحسب.

أ- الأنحرافات الصحيحة للأضلاع إذا كانت الأخطاء نتيجة للجاذبية المحلية.

ب- الأنحرافات المختصرة للأضلاع جـ- الأنحرافات الربع دائرية للأضلاع.

١١- أ ب جـ مضلع مقفل س ، د نقطتان خارجتان والزوايا أ س د = ٤٢َ ١٣٨° والنقط جميعها فى منطقة منجم حديد - قيست الأنحرافات بالبوصلة فكانت:

أ ب : ١٦َ ١٤٠° ، جـ ب : ٣١َ ٨٥°

جـ أ : ٠٨َ ٣٣٣° ، أ جـ : ٥َ ١٧٣°

ب جـ: ٠٩َ ٢٧٣° ، الخط أ س يتجه جنوباً تماماً

ب أ : ٥٧َ ٣١٧°

عين الأنحرافات الصحيحة للأتجاهات أ ب ، جـ أ ، د س.

١٢- صحح الأنحرافات للمضلع أ ب جـ د هـ أ وذلك بطريقة الجاذبية المحلية. ثم عين الأنحرافات المختصرة والربع دائرية لكل ضلع واحسب كذلك الزوايا الداخلية إذا كانت الأنحرافات كما يلي:

الضلع	الأنحراف الأمامي	الأنحراف الخلفي
أ ب	٣٠َ ٢٣٥°	٤٠َ ٤٢°
ب جـ	٤٠َ ٢٩٤°	٤٠َ ١١٥°
جـ د	٣٠َ ٢١°	١٠َ ٢٠٣°
د هـ	٠٠َ ٩٦°	٠٠َ ٢٧٦°
هـ أ	٥٠َ ١٤٥°	٢٠َ ٣٢٦°

١٣- شكل رباعي مقفل أ ب جـ د أ فيه:

الضلع	الطول بالمتر	الأنحراف الدائرى
أ ب	١٠٠	٦٠°
ب جـ	١٥٠	١٢٠°
جـ د	١٢٠	٢١٠°

عين طول وأنحراف الخط د أ.

الباب الخامس
المساحة بالتيودوليت
واللوحة المستوية

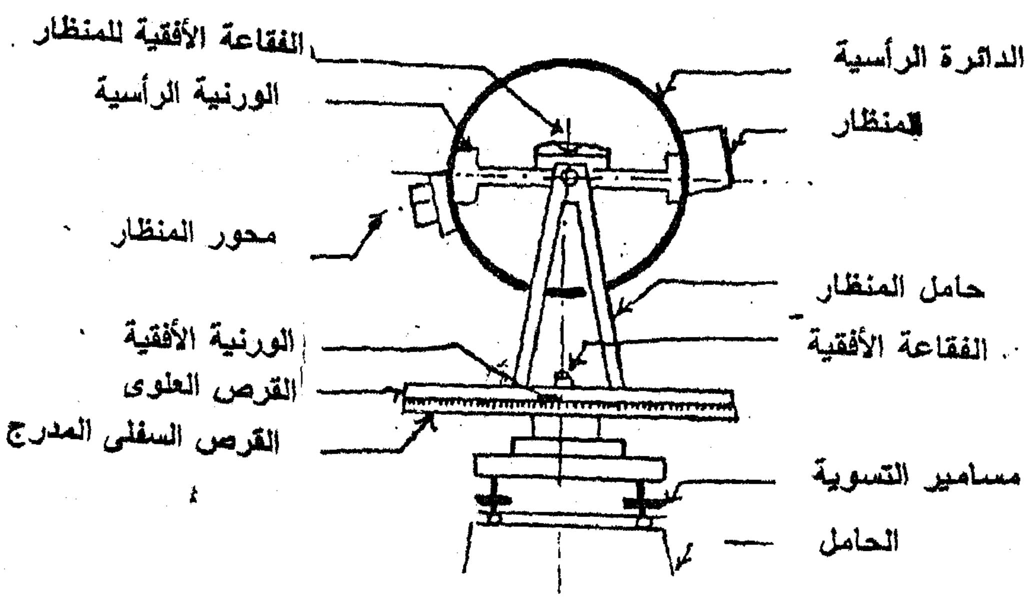
الباب الخامس
المساحة بالتيودوليت واللوحة المستوية

٥-١- المساحة بالتيودوليت

يعتبر جهاز التيودوليت من أدق الأجهزة المساحية المستخدمة فى قياس الزوايا سواء كانت فى المستوى الأفقى أو الرأسى فهو يستخدم فى رصد وقياس الزوايا بين الخطوط بدقة عالية قد تصل الى ثانية واحدة لذلك يستعمل فى جميع الأعمال المساحية الدقيقة مثل مشروعات الطرق السريعة وأنشاء الكبارى والأنفاق وفى الميزانيات الدقيقة وقياس زوايا المضلعات.

٥-١-١-أجزاء التيودوليت الحديث

يتكون جهاز التيودوليت كما فى شكل (٥-١) من جزء ثابت ويعرف بقاعدة الجهاز وآخر متحرك ويعرف بالأليداد أو المنظار ويحصران بينهما قرص أفقى يعرف بالمقياس الأفقى.



شكل (٥-١)

- قاعدة الجهاز:

وهى قاعدة مثلثية الشكل مرتكزة على ثلاث قوائم ومزودة بثلاث مسامير تسوية للضبط السريع لأفقية القاعدة عن طريق ميزان تسوية دائرى مثبت فى القاعدة ويتوسط مسمارين من مسامير ضبط الأفقية.

- الأليداد (المنظار):

ويمكنه الدوران ٣٦٠ درجة فى المستوى الأفقى حول محوره الرأسى لتحديد الزوايا الأفقية على القرص الأفقى والأليداد مزود بميزان تسوية مستطيل يستخدم فى الضبط الدقيق للأفقية بالإستعانة بمسامير التسوية الموجودة بالقاعدة. ويستخدم المنظار فى التوجيه والرصد على الأهداف البعيدة وهو مزود بعدسة عينية ينظر منها الراصد وأخرى عدسة شيئية توجه على الهدف المرصود بالنظر من خلال علامات للتوجيه الخارجى موجودة على جسم المنظار من الخارج. والمنظار مزود أيضا بعدسة ثالثة تسمى عدسة التطبيق تستخدم فى الحصول على أوضح صورة للهدف عن طريق تحريك مسمار توضيح الصورة الموجودة على أحد جانبى المنظار. ويوجد بالمنظار حامل شعرات ويمكن رؤيتها وتوضيحها بالنظر خلال المنظار وتحريك العدسة الشيئية فتظهر على شكل شعرتين متعامدتين تستخدم فى التوجيه الدقيق على الهدف.

ويدور المنظار ٣٦٠ درجة فى المستوى الرأسى حول محوره الأفقى وهو متصل به معدنياً بحيث يكونان متعامدان والمحور الأفقى يتصل بدوره بقرص رأسى مدرج (يقع على أحد جانبى الأليداد) حتى يمكن أن يدور مع حركة دوران المنظار فى المستوى الرأسى لقياس الزوايا الرأسية وهى زوايا الأرتفاع والإنخفاض للمنظار.

ويمكن التحكم فى حركة المنظار فى المستوى الرأسى عن طريق مسمارين أحدهما مسمار الربط (مسمار الحركة السريعة) أى بربطه يثبت المنظار فى مكانه على زاوية أرتفاع أو إنخفاض معينة والآخر مسمار الحركة البطيئة وبدورانه يمكن تحريك المنظار زاوية رأسية صغيرة جداً على أن يكون مسمار الحركة السريعة مربوطاً من قبل. والمنظار مزود بميزان

تسوية مستطيل لضبط أفقية المنظار أى تكون زاوية الأرتفاع أو الأنخفاض مساوية للصفر.

- القرص الأفقى (المقياس الأفقى):

ويمكنه الدوران حول المحور الرأسى وهو مقسم الى درجات وأجزائها فى أتجاه عقارب الساعة من صفر الى ٣٦٠ درجة ويقرأ قيمة الزوايا الأفقية. ويتم التحكم فى دوران هذا القرص الأفقى عن طريق مسمارين - الأول - مسمار الربط أو الحركة السريعة وبقفله يثبت القرص الأفقى مكانه ويحل هذا المسمار يمكن دوران القرص باليد بسهولة فى أى أتجاه والمسمار الثانى هو مسمار الحركة البطيئة ويستخدم إذا أردنا تحريك المقياس الأفقى زاوية أفقية صغيرة جدا فنربط مسمار الربط أولا ليثبت القرص فى مكانه ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة بالقدر المطلوب. أى أن مسمار الحركة البطيئة لا يكون له مفعول إلا إذا كان مسمار الحركة السريعة مربوط ويستخدم فقط للضبط الدقيق.

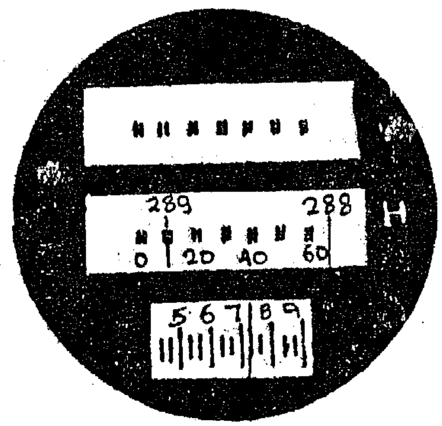
وجهاز التيودوليت مزود بمسمارين ربط أو مسمارين للحركة السريعة ومسمارين للحركة البطيئة وذلك حتى يمكن تثبيت القرص الأفقى وربطه مع الأليداد أو الجزء المتحرك من التيودوليت ويلف معه كوحدة واحدة بإستعمال مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان على الأليداد كما يمكن فك القرص الأفقى من الأليداد وربطه مع القاعدة أو الجزء الثابت من التيودوليت وذلك بإستعمال مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان على قاعدة الجهاز. ويلاحظ أنه بربط مسمارى الحركة السريعة للمقياس الأفقى مع القاعدة والأليداد فى وقت واحد يصبح الجهاز كله مربوطا ويمكن أخذ قراءة المقياس الأفقى فى هذه الحالة.

٥-١-٢- كيفية اخذ قراءة التيودوليت

لقراءة قيمة الزاوية يلاحظ أنه يوجد على أحد جانبى الأليداد فتحة صغيرة أمامها مرآه يمكن أدارتها باليد حول مفصل بحيث تثبت هذه المرآه فى وضع يسمح بدخول أكبر كمية من أشعة الضوء الخارجى الى الجهاز من خلال هذه الفتحة الصغيرة، ويصل هذا الضوء الى الدائرة الأفقية أو الرأسية بعد مروره خلال منشورات خاصة داخل الجهاز حيث ينعكس على الدائرة

الأفقية أو الرأسية لأن السطح العلوى لها مفضض كالمراه ; تحمل الأشعة المنعكسة صورة القراءة فى هذا الجزء من الدائرة والتى يمكن رؤيتها من خلال منظار صغير جانبى موجود على الجهة الأخرى من الأليداد المقابلة للمرآه. ويمكن تحريك هذا المنظار فى جميع الأتجاهات لسهولة أخذ القراءة كما أنه مزود بعدسة مكبرة يمكن تحريكها للحصول على أحسن صورة للقراءة كما فى شكل (٥-٢).

والمقياس الرأسى أو الأفقى مقسم الى ستة أقسام قيمة كل قسم ١٠ دقائق أى أن المسافة بين الشريطين (||) والشريطين (||) تمثل ٦٠ دقيقة فإذا ظهر الرقم يمثل الزاوية بالدرجات عند منتصف شرطتى الصفر، لابد أن يظهر الرقم الأكبر منه عند منتصف شرطتى ٦٠ دقيقة، أما الورنية فهى مقسمة الى ١٠ درجات وهى نفس المسافة بين أى شرطتين مزدوجتين متتاليتين على المقياس الرأسى أو الأفقى ولكنها بمقياس أكبر ولا تظهر كل الأقسام العشرة على الورنية فى وقت واحد وبتحريك مسمار خاص موجود أسفل منظار القراءة يمكن متابعة أقسام الورنية التى تبدأ من الصفر وتتزايد حتى القسم العاشر.



شكل (٥-٢)

٥-١-٣- دقة جهاز التيودوليت:

يمكن معرفة دقة التيودوليت المستخدم أى أقل قراءة يمكن قراءتها منه بالنظر الى عدد الأقسام الموجودة بين أى رقمين على ورنية الجهاز فالمسافة بين أى رقمين على الورنية والتى تمثل دقيقة واحدة أما أن تكون مقسمة الى ثلاثة أقسام (أى توجد شرطتين بين أى رقمين على الونية كما فى شكل (٥-٢) ويمثل كل قسم ٢٠ ثانية أو تكون مقسمة الى ستة أقسام ويمثل كل قسم ١٠ ثوانى كما فى شكل (٥-٣) أى أن ورنية التيودوليت مخصصة لقراءة كسور الدرجات الصحيحة بالدقائق والثوانى.

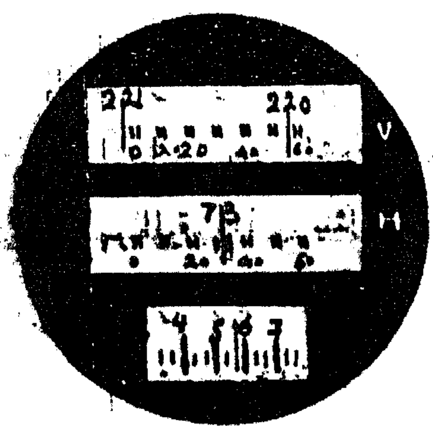


قراءة الورنية 30" 7′

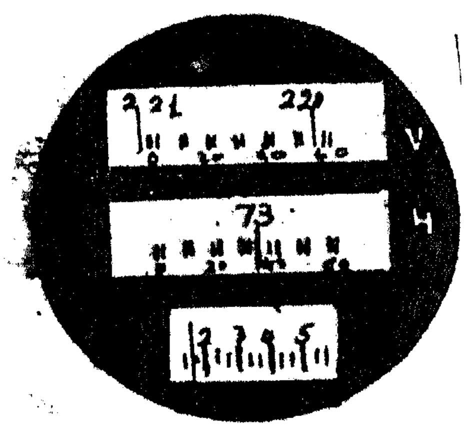
شكل (٥-٣)

أمثلة على قراءة التيودوليت:

١- حدد قراءة الزاوية الأفقية فى شكل (٥-٤)



القراءة بعد الانطباق



القراءة قبل الأنطباق

شكل (٥-٤)

ندير المسمار الخاص بتحريك قراءة الورنية حتى تنصف علامة الدرجات (73) المسافة بين أقرب خط مزدوج يمكن الوصول اليه حسب ما يسمح به هذا المسمار فقد يكون الخطان السابقان ($|_{30}|$) أو الخطان اللاحقان ($|_{40}|$) بالنسبة لعلامة الدرجات. وتكون القراءة كما فى شكل (٥-٤).

قراءة المقياس الأفقى:		30′	73°
قراءة الورنية :	40″	5′	
قراءة الزاوية	40	35′	73°

ويجب ملاحظة أن قراءة الزاوية قبل أجراء عملية الأنطباق تكون غير صحيحة فيجب أجراء الأنطباق أولاً ثم أخذ قراءة الزاوية. وقراءة القياس الرأسى تكون بنفس طريقة القراءة على المقياس الأفقى.

٢- حدد قراءة الزاوية الأفقية الموجودة فى شكل (٥-٢)

قراءة المقياس الأفقى:		10′	289°
قراءة الورنية :	20″	7′	
قراءة الزاوية	20	17	289°

٥-١-٤- شروط الضبط المؤقت للتيودليت

يجب تحقيق هذه الشروط كلما أعد الجهاز للرصد والقياس وتنتهى هذه الشروط برفع الجهاز من مكانه ويجب أعادتها عند إستخدام الجهاز مرة أخرى، والضبط المؤقت للتيودليت يتمثل فى عملية التسامت ثم ضبط الأفق.

أولاً: التسامت

معنى التسامت هو وضع جهاز التيودوليت بحيث يمر أمتداد محوره الرأسى والذى يمثله خيط الشاغول بالعلامة المحددة على الأرض للنقطة المراد الرصد منها والتى تمثل رأس الزاوية المقاسة.

خطوات التسامت:

١- نثبت الجهاز فوق حامله قريبا من النقطة المراد الرصد منها مع فرد أرجل الحامل الثلاثة بحيث يكون أرتفاع الجهاز مناسبا ونثبت خيط الشاغول فى قاعدة الحامل.

٢- نحرك شعبتين من أرجل الحامل الى الداخل أو الخارج فى أتجاه القطر بالنسبة للنقطة حتى يصبح الجهاز أفقياً بالتقريب.

٣- نضبط التسامت جيدا بجعل سن الشاغول فوق النقطة تماما وذلك بتحريك الجهاز وحامله كمجموعة واحدة بدون تغيير مواضع الأرجل بالنسبة لبعضها. وفى حالة صعوبة إستخدام خيط الشاغول فى تسامت التيودوليت فوق النقطة المراد الرصد منها كوجود رياح شديدة بالمنطقة يتم ضبط التسامت بصرياً بدون إستعمال خيط الشاغول عن طريق منظار التسامت الموجود بالجهاز وذلك بتحريك الأليداد على قاعدة الجهاز. ولذلك يجب ضبط أفقية الجهاز أولا قبل أجراء التسامت وألا يتغير التسامت إذا ضبطت الأفقية بعد ذلك.

٤- إذا كان الجهاز ما زال مائلاً نحرك أحدى الأرجل الثلاثة فى أتجاه دائرى بالنسبة للنقطة الى اليمين أو اليسار حتى يتم ضبط الأفقية بميزان التسوية الدائرى وهذه الحركة لن تغير التسامت كثيراً.

ثانياً: ضبط الأفقية:

تضبط أفقية القاعدة والأليداد بإستخدام مسامير التسوية الثلاثة الموجود فى القاعدة. وميزان التسوية الدائرى المثبت فى قاعدة الجهاز وميزان التسوية المستطيل والمثبت فى الأليداد.

خطوات ضبط الأفقية:

أ- ضبط أفقية القاعدة: (الضبط السريع)

١- ندير مسمارى التسوية الموجودان على يمين ويسار ميزان التسوية الدائرى أما للداخل معاً أو للخارج معاً فتتحرك روح التسوية الدائرية ناحية أحد المسمارين حتى تقع تقريباً داخل الدائرة.

٢- ندير مسمار التسوية الثالث فيتحرك روح التسوية الدائرية فى أتجاه عمودى على حركتها الأول حتى تقع تماماً داخل الدائرة.

ب- ضبط أفقية الأليداد: (الضبط الدقيق)

٣- نفك مسمار ربط الأليداد مع الجزء الثابت من الجهاز ونلف الأليداد حتى يصبح ميزان التسوية المستطيل والمثبت على الأليداد موازيا لأى مسمارين من مسامير ضبط الأفقية.

٤- نحرك هذين المسمارين للداخل أو للخارج معا حركة بطيئة لأن روح التسوية المستطيلة حساسة جدا فتتحرك بسرعة ناحية احد المسمارين حتى تقع فى منتصف التدريج الموجود على الغطاء الزجاجى.

٥- تلف الأليداد حتى يوازى ميزان التسوية المستطيل مسمارين أخرين من مسامير ضبط الأفقية وتكرر ما سبق فى الخطوة ٤ وبذلك يصبح التيودوليت أفقيا تماما عند الرصد فى جميع الأتجاهات.

وهناك شروط للضبط الدائم للتيودوليت تجرى كل فترة طويلة نتيجة الخلل الحادث من أساءة إستعمال الجهاز أو من التغيرات الجوية أو الأهتزازات أثناء النقل ويتم الضبط الدائم عن طريق الفنيين المتخصصين.

٥-١-٥- خطوات العمل بالتيودوليت

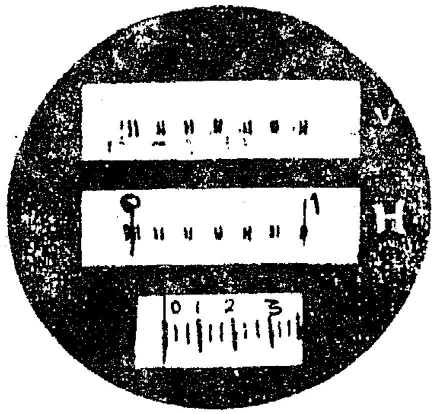
قد شرح خطوات العمل بالتيودليت نوضح الفرق بين الوضع المتيامن والوضع المتياسر للجهاز فالوضع المتيامن يكون عندما تكون الأليداد على يمين الراصد والوضع المتياسر يكون عندما تكون الأليداد على يسار الراصد كما يوضح شكل (٥-٥)

لقياس زاوية أفقية أ ب جـ كما فى شكل (٥-٦) نتبع الخطوات الآتية:

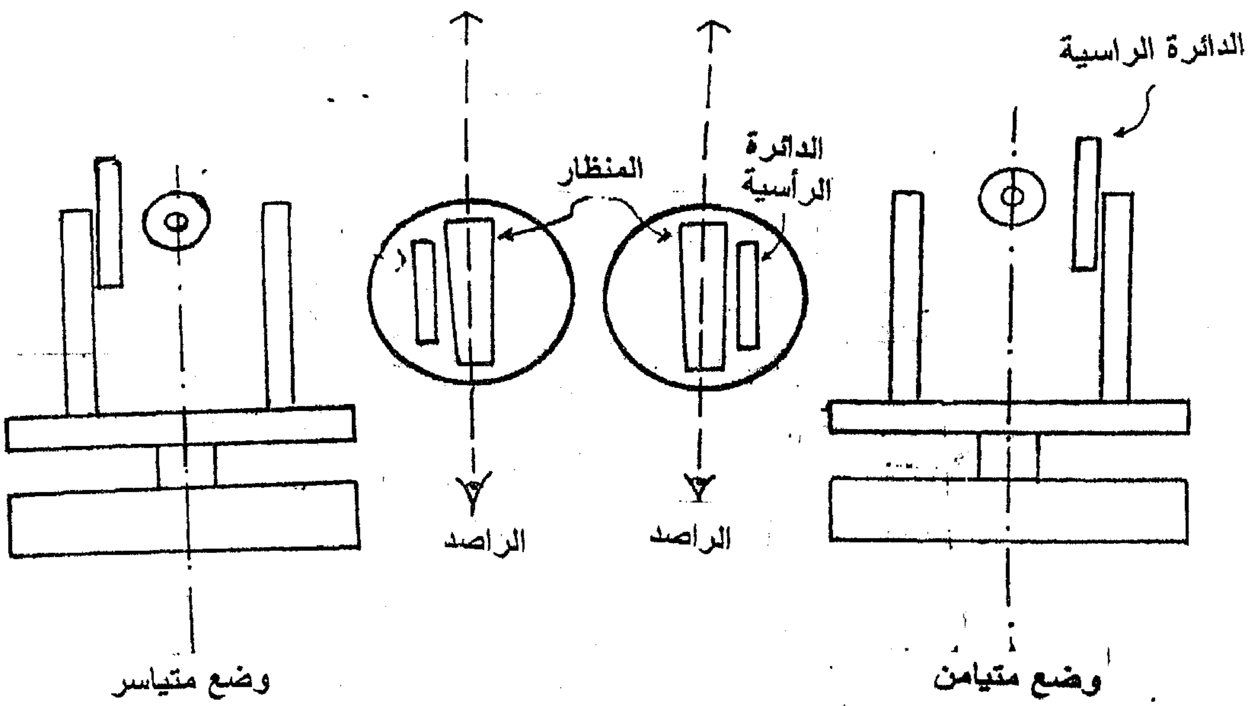
١- نضع جهاز التيودوليت بعد تثبيته على الحامل فوق النقطة المطلوب الرصد منها والتى تمثل رأس الزاوية "ب" ونجرى شروط الضبط المؤقت للجهاز والسابق شرحها (عمليتى التسامت الأفقية).

٢- نثبت شاخص فوق نقطة أ وشاخص آخر فوق نقطة جـ بحيث يكون الشاخص رأسى تماماً.

٣- نفك مسمارى ربط المقياس الأفقى من القاعدة والأليداد بحيث يكون حر الحركة ونوجه المرآه العاكسة لتعكس أكبر كمية من الضوء داخل الجهاز وننظر من منظار القراءة مع لف القرص الأفقى باليد حتى تظهر القراءة صفر على التدريج الخاص بالمقياس الأفقى.


V
H
0 1 2 3

شكل (٥-٥)


الدائرة الراسية
الدائرة
الرأسية
المنظار
الراصد
الراصد
وضع متياسر
وضع متيامن

شكل (٥-٦)

٤- نربط مسمار الحركة السريعة الموجود على الأليداد فيثبت المقياس الأفقى مع الأليداد ليدور معه كوحدة واحدة فلا تتغير قراءة التدريج الأفقى وتكون مساوية للصفر دائما.

٥- نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجود على الأليداد والمجاور لمسمار الربط مع النظر على قراءة الصفر حتى تقع علامة الصفر فى منتصف المسافة بين الخط المزدوج كما تقوم بتصغير ورنية الجهاز باستخدام المسمار الخاص بتحديد قراءة الورنية حتى لاتقرأ الورنية أى دقائق أو ثوانى. كما فى شكل (٥-٥) السابق.

٦- نضع الجهاز فى الوضع المتياسر للقياس وذلك بلف الأليداد حتى تقع الدائرة الرأسية على يسار الراصد أثناء التوجيه على الشواخص كما فى شكل (٥-٧).

٧- يوجه المنظار على الشاخص الأيسر الموجود عند نقطة أ ونرصده بالتقريب بالإستعانة بعلامات التوجيه الخارجى الموجودة على المنظار ثم نربط مسمار الحركة السريعة الموجود بقاعدة الجهاز وبذلك يتم ربط المقياس الأفقى بقاعدة الجهاز.

٨- ننظر من خلال العدسة العينية ونوضح صورة الشاخص باستخدام مسمار توضيح الصورة ونحرك العدسة العينية حتى يظهر حامل الشعرات واضحة تماما ونعيد توضيح الصورة حتى نحصل على أحسن صورة للشاخص.

٩- نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجودة بقاعدة الجهاز والمجاور لمسمار الربط السابق حتى تنطبق صورة الشاخص فى المنظار على الشعرة الرأسية الموجودة على حامل الشعرات وفى هذه الحالة تكون قراءة المسمار الأفقى ما زالت صفر وتكون موجهة ناحية النقطة (أ). نسجل هذه القراءة فى الجدول التالى:

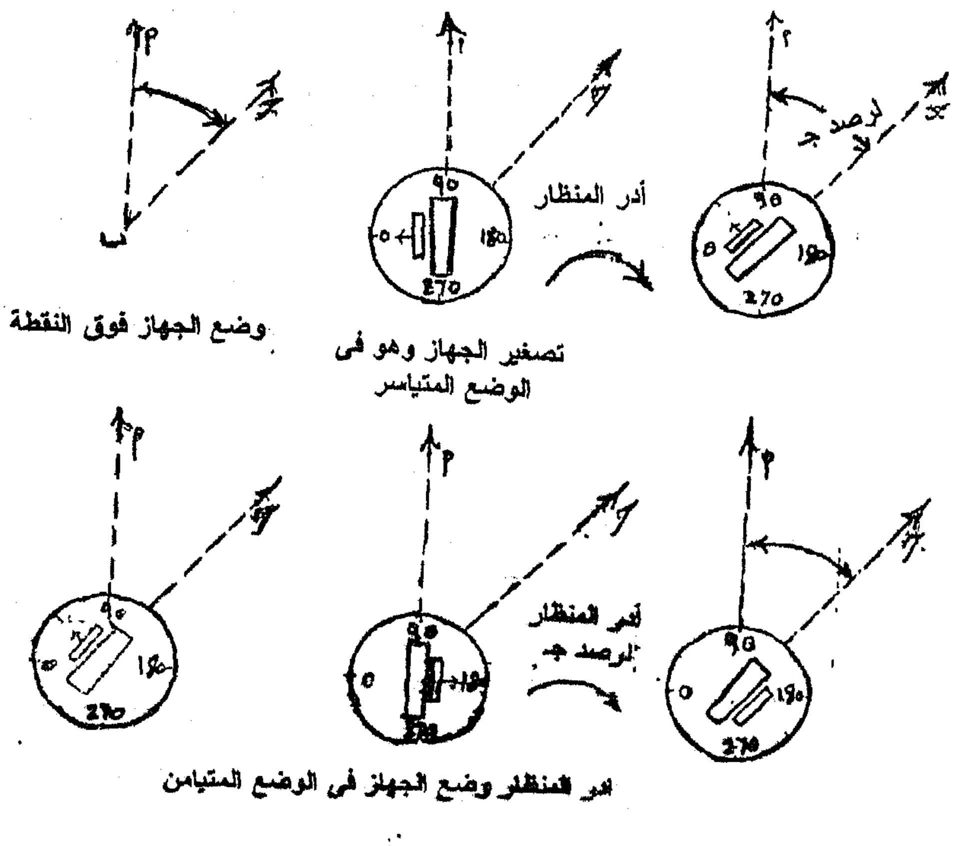
١٠- نفك مسمار الربط الموجود على الأليداد مع عدم تحريك أى من مسمارى الحركة السريعة والبطيئة الموجودان بقاعدة الجهاز. ونلف الأليداد مع عقارب الساعة حتى نرصد الشاخص الموجود عند نقطة (جـ) شكل (٥ -٧) بالتقريب باستخدام علامات التوجيه الخارجى ثم نربط هذا المسمار مرة أخرى.

١١- ننظر من خلال المنظار ونوضح صورة الشاخص تماما ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة الموجودة على الأليداد والمجاور لمسمار الربط السابق حتى تنطبق صورة الشاخص على الشعرة الرأسية.

١٢- نسجل قراءة المقياس الأفقى بالنظر فى عدسة القراءة ونحددها بدقة بالطريقة السابق شرحها ونسجلها فى الجدول فى خانة الوضع المقياس أمام نقطة (جـ) وأسفل القراءة صفر.

١٣- نفك مسمار الربط الموجود على الأليداد مرة أخرى ونلف الأليداد ١٨٠ درجة حول محوره الرأسى ليأخذ الوضع المتباين حيث تكون الدائرة الرأسية على يمين الراصد أثناء التوجيه كما فى شكل (٥-٧) ونلاحظ هنا أن المقياس الأفقى مربوط باستمرار مع قاعدة الجهاز. كما نلف المنظار ١٨٠ درجة حول محوره الأفقى بعد فك مسمار ربط المنظار فتواجه العدسة الشيئية الهدف المرصود.

١٤- نوجه الجهاز على نفس النقطة (جـ) ونربط مسمار الحركة السريعة الموجود على الأليداد ونكرر الخطوة (١١) ثم نأخذ قراءة المقياس الأفقى ونسجلها فى الجدول فى خانة الوضع المتيامن أمام النقطة (جـ).



شكل (٥-٧)

١٥- نفك مسمار ربط الأليداد ضد عقارب الساعة حتى نرصد الشاخص الموجود عند نقطة (أ) مرة أخرى ونسجل قراءة المقياس الأفقى وندونها فى الجدول أمام النقطة (أ) فى خانة الوضع المتيامن.

ويمكن أن نبدأ بأى قراءة إبتدائية صغيرة بدلا من قراءة الصفر ونجرى كل الخطوات السابقة ونسجل هذه القراءة الإبتدائية فى خانة الوضع المتياسر أمام نقطة (أ) بدلا من القراءة ٠٠ ٠٠ ٠٠

نقطة الجهاز: رقم الجهاز	حالة الجهاز : حالة الجو :		التاريخ: المهندس:	
المتوسط	الوضع المتياسر	الوضع المتيامن		الزاوية
أ	٠٠° ٠٠′ ٠٠″	١٨٠° ٠٠′ ٢٠″	٠٠° ٠٠′ ١٠″	
جـ	٧٥° ٢٠′ ١٠″	٢٢٥° ٢٠′ ٣٠″	٧٥° ٢٠′ ٢٠″	٧٥° ٢٠ ١٠

مصادر الأخطاء فى قياس الزوايا بالتيودوليت

١- عدم الدقة فى تسامت الجهاز فوق العلامة المطلوب الرصد مها.
٢- عدم الدقة فى تطبيق حامل الشعرات على الشاخص.
٣- عدم جعل الشاخص رأسيا تماما عند تثبيته عند نقطة الرصد أ، جـ فلا يتم التوجيه على نقطة جـ نفسها حيث يتم الرصد على الجزء العلوى من الشاخص المائل لذلك يجب التوجيه على أسفل الشاخص.
٤- عدم الدقة فى قراءة الزاوية فى القياس الأفقى أو الورنية.
٥- عدم الدقة فى تدوين القراءات فى الجدول.
٦- التوجيه وأخذ القراءات والجهاز غير أفقى تماما نتيجة إصطدام الجهاز بالأرجل أثناء التوجيه أو أثناء أخذ القراءات.

٥-٢- المساحة باللوحة المستوية (البلانشيطة):

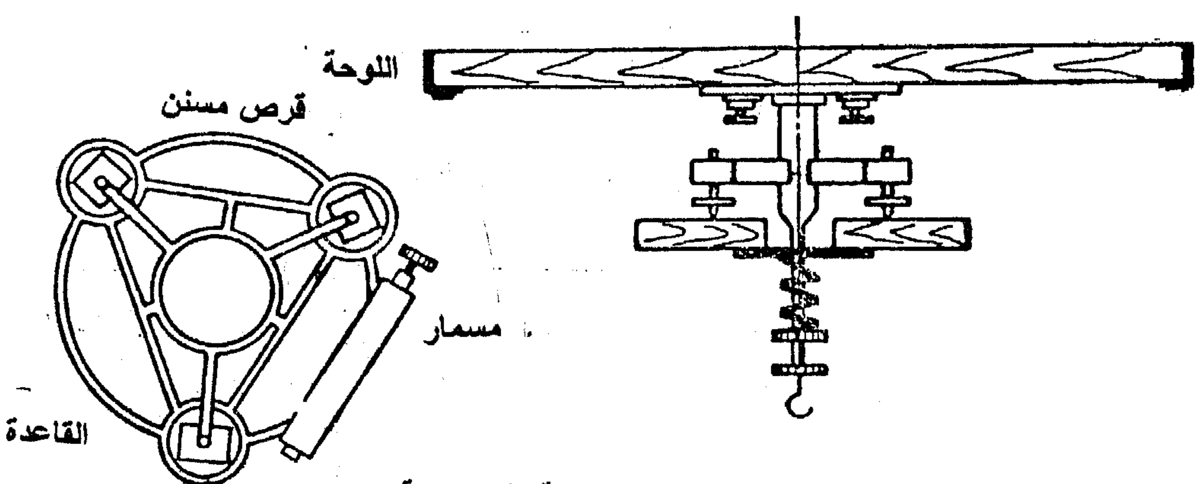
يطلق اسم اللوحة المستوية أو البلانشيطة على عدة أدوات مساحية تستخدم فى مجموعها فى عمليات رفع الخرائط التفصيلية والطبوغرافية رفعاً سريعاً سهلاً ولكنه ليس دقيقاً وتعرف طريقة الرفع هذه باسم "المساحة باللوحة

المستوية" وأحياناً يطلق عليها "الرفع بالبلانشيطة" ويمكن باللوحة المستوية رفع الحدود والتفاصيل والمضلعات مباشرة من الطبيعة ومن ثم إنشاء الخرائط التفصيلية من واقع عمل الغيط. كما يمكن رفع وإنشاء الخرائط الطبوغرافية. وكذلك عمل الخرائط الكنتورية بإستخدام اللوحة المستوية.

٥-٢-١- مكونات اللوحة المستوية:

١ - اللوحة الخشبية:

وهى عبارة عن لوحة مصنوعة من الخشب الجيد المتين الذى لايتأثر بالعوامل الجوية المختلفة سطحها العلوى مستوى وهى أما مربعة أو مستطيلة الشكل تتراوح أبعادها ما بين ٤٠ × ٥٠ سم و ٦٠ × ٨٠ سم. ويتصل سطحها السفلى بقاعدة معدنية بها ثلاث مسامير للتسوية والغرض من القاعدة تثبيت اللوحة فى الحامل وهى عبارة عن لوحين معدنين مثلثين كما يوضح شكل (٥- ٨)، وبينها مسامير التسوية الثلاث لجعل اللوحة أفقية. ويتصل مسمار حلزونى بالقاعدة المعدنية وتتصل أسنانه بقرص معدنى دائرى مسنن مثبت فى القاعدة فإذا أدير هذا المسمار حول نفسه فأنه يلف حول القرص المسنن وبذلك تدور اللوحة معه فى المستوى الأفقى بحركة بطيئة وفى حالة سحب المسمار الحلزونى إلى الخارج يمكن دوران اللوحة بحركة سريعة (شكل ٥-٨). وهناك نوع آخر من القواعد يعرف "بالقاعدة ذات الركبة" ويمكن بواسطة هذه القاعدة إدارة اللوحة فى المستوى الأفقى وكذلك ضبطها أفقيا تماماً دون الحاجة إلى مسامير التسوية.



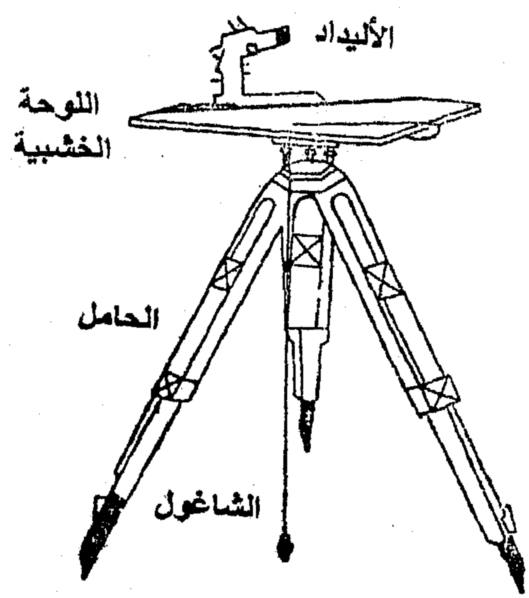
شكل (٥-٨): اللوحة المستوية

٢- الحامل:

وهو حامل خشبى ذو ثلاث أرجل شكل (٥-٩) كل رجل منها تنتهى بطرف مدبب ليسهل غرسها فى الأرض ويربط رأس الحامل فى القاعدة الموجودة أسفل اللوحة الخشبية حتى لاتحدث حركة دوران للوحة أثناء العمل.

٣- الأليداد:

أليداد البلانشيطة من أهم الأدوات المستعملة فى طريقة عمل المساحة باللوحة المستوية وأنواعه كثيرة تتفاوت من حيث سهولة العمل والدقة المطلوبة والعمل الرئيسى للأليدات هو تعيين الأتجاهات الأساسية الواصلة بين النقط المرصودة وبين موضع اللوحة المستوية. وهناك نوعين من الأليداد.



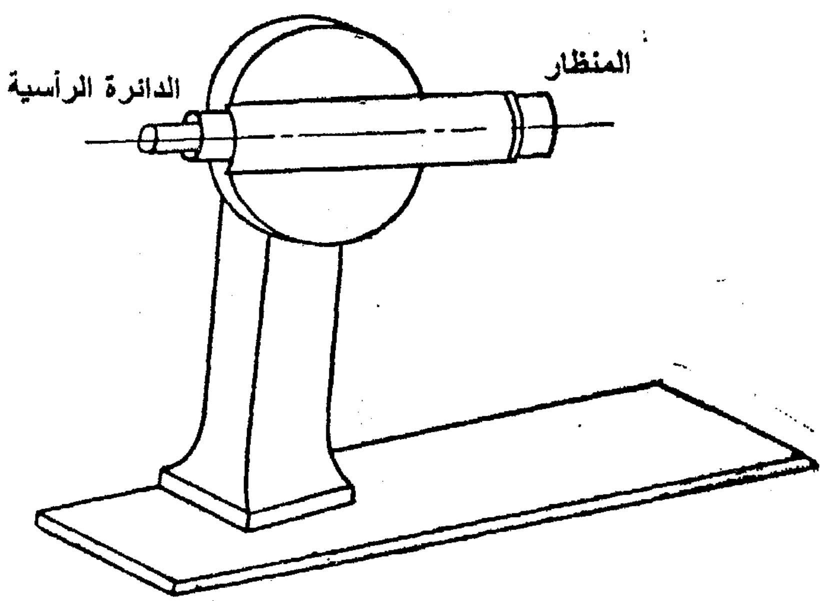
شكل (٥-٩): الحامل

أ- أبسط أنواع الأليداد عبارة عن مسطرة حرفاها مستقيمان وأحدهما مشطوف ويتصل بهذه المسطرة إتصالاً مفصلياً من عند طرفيها ذراعان بأحدهما شرخ رأسى وبالآخر شباك تتوسط شعره رأسية ـ ويستعمل الذراعان فى التوجيه الأساسى حيث يمكن تمثيل ورسم الخط الواصل بين موضع اللوحة وبين الهدف. ويستعمل هذه النوع البسيط ـ ويطلق عليه مسطرة التوجيه فى المسافات القريبة.

ب- غالباً ما تكون المسافات بين الأرصاد وموضع اللوحة كبيرة جداً وحينئذ يفضل إستعمال الأليداد الحديث أو ذى المنظار - وهو عبارة عن مسطرة من الصلب أوالنحاس مركب عليها قائم عمودى (شكل ٥-١٠) وفى أعلاه منظار مساحى يدور حول محور أفقى فى المستوى الرأسى - والمنظار مركب بحيث إذا كانت مسطرة الأليداد أفقية تماما فإن النظر يرسم مستوى رأسى يقطع اللوحة عند حافة هذه المسطرة. ويوجد أحيانا على قاعدة القائم الرأسى للأليداد ميزان تسوية دائرى، وعموما يستعمل الأليداد فى تعيين الأتجاهات المرصودة وتوقيعها على اللوحة المستوية مباشرة - كما وأنه يستعمل لقياس المسافات بين الهدف وموقع اللوحة وذلك بطريقة القياس التاكيومترى الغير مباشر.

٤- ميزان التسوية:

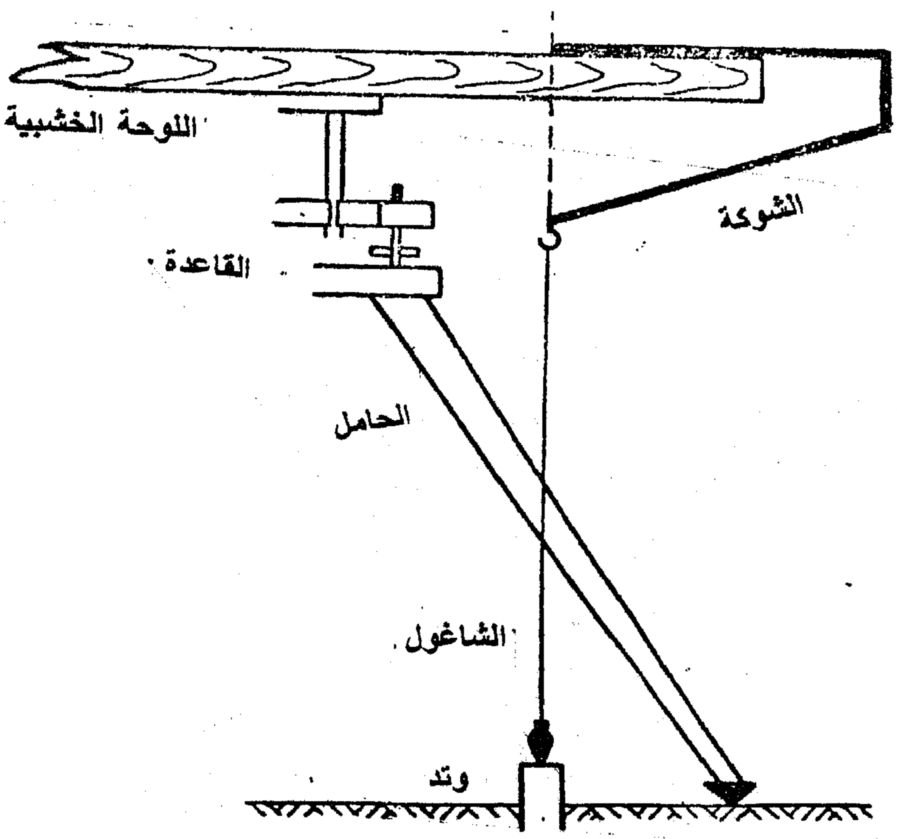
وهو إما مستطيل فى أغلب أحواله أو مستدير الشكل ويتركب من أنبوبة زجاجية بها كحول سائل وفقاعة من بخار الأثير وتوضع عادة داخل صندوق من النحاس قاعدته مسطحة تماما - فإذا وضع الميزان على سطح أفقى ثبتت الفقاعة فى منتصف الأنبوبة - وإذا وضع ميزان التسوية على سطح مائل اتجهت الفقاعة نحو الطرف الأعلى من الأنبوبة.



شكل (٥-١٠): أليداد البلانشيطة

٥- شوكة الأسقاط:

هى عبارة عن إطار معدنى رفيع له ثلاثة أضلاع متصلة أثنان منها متعامدان ويميل الثالث بزاوية أكبر من القائمة قليلا ويوضح شكل (٥-١١) شوكة الإسقاط وينتهى أحد الأضلاع بسن رفيع يبين موقع النقطة المطلوب رفعها من الطبيعة إلى لوحة الرسم أو النقطة المطلوب إسقاطها من اللوحة إلى الأرض وينتهى الآخر بانحناء دائرى لتعليق خيط التسامت منه - ويجب أن يكون سن الثقل مع سن الشوكة المدبب فى خط رأسى واحد.



شكل (٥-١١): شوكة الاسقاط

٦- البوصلة:

تتركب بوصلة التوجيه من صندوق مستطيل الشكل سطحه العلوى من الزجاج وبوسطه محور رأسى مدبب ترتكز عليه أبرة مغناطيسية وتحت طرفى الأبرة قوسان مدرجان صفر التدريج فى كليهما فى المنتصف ـ بحيث أن الخط الواصل بين صفرى التدريج يمر بمركز دوران الأبرة ويوازى طول الصندوق.

والغرض الأساسى من البوصلة هو تحديد إتجاه الشمال المغناطيسى على اللوحة المرسومة ـ وعند إستعمال البوصلة لتحديد الشمال نحركها فوق اللوحة حتى نحصل على الوضع الذى يقف فيه سن الأبرة عند صفر المقياس فيكون إتجاه جانب علبة البوصلة هو إتجاه الشمال المغناطيسى.

٥-٢-٢- ضبط اللوحة المستوية

هنا نوعين من الضبط:

أولاً: الضبط الدائم:

وهى الشروط التى يجب أن تتوافر فى الأدوات ومن الواجب اختبار صحتها على فترات من الوقت أو إذا أسئ استعمال هذه الأدوات. والخطوات اللازمة لتحقيق شروط الضبط الدائم فى اللوحة المستوية هى:

١- إستقامة حافة مسطرة الأليداد:

نرسم بواسطة حافة الأليداد خطاً مستقيماً ثم نعكس وضع الأليداد ١٨٠° ونطبق حافة الأليداد على نهايتى الخط المرسوم ـ فإذا انطبقت حافة الأليداد جميعها على الخط دل ذلك على إستقامة حافة المسطرة.

٢- ضبط حامل الشعرات فى منظار الأليداد:

ويتم ذلك على خطوتين: الأولى وهى جعل الشعرة الراسية لحامل شعرات الأليداد فى وضع رأسى تماماً. والثانية وهى جعل خط النظر عمودياً على المحور الأفقى لدوران المنظار.

(أ) جعل الشعرة الرأسية فى وضع رأسى:

بعد إتمام الأفقية فى اللوحة المستوية يوضع فوقها الليداد ويوجه المنظار نحو نقطة ثابتة بحيث نجعل هذه النقطة عند الطرف الأعلى للشعرة الرأسية ـ وباستعمال مسمار الحركة البطيئة الرأسية نحرك منظار الأليداد فى المستوى الرأسى ـ فإذا ظهرت النقطة المرصودة تسير باستمرار على الشعرة

الرأسية كان حامل الشعرات مضبوطا - أما إذا بعدت النقطة عن الشعرة الرأسية كان حامل الشعرات فى وضع غير صحيح - ولذا تفك المسامير الرابطة لحامل الشعرات ويدار إلى الجهة التى تظهر فيها النقطة المرصودة - ويكرر العمل حتى تضبط الشعرة الرأسية تماما.

(ب) جعل خط النظر عمودياً على المحور الأفقى لدوران منظار الأليداد:

يعرف خط النظر بأنه الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعرتين الأفقية والرأسية - ومركز العدسة الشيئية فى المنظار - والمطلوب هو تحقيق تعامد هذا الخط مع المحور الأفقى لدوران المنظار لذلك يعلق خيط شاغول فى حائط (يغمر الشاغول فى إناء به ماء لثباته). نجعل بعد ذلك اللوحة المستوية أفقية وعلى بعد مناسب من خيط الشاغول ونضع الأليداد فوق اللوحة المستوية ونوجه منظاره إلى أعلى الخيط وبواسطة مسمار الحركة البطيئة نحرك المنظار من أعلى إلى أسفل فإذا تحركت نقطة تقاطع الشعرات على الخيط حتى تصل إلى أفق الجهاز كان هذا الشرط صحيحا. أما إذا إبتعدت نقطة تقاطع الشعرات عن الخيط. فذلك يدل على أن المستوى الرأسى الذى يتحرك فيه خط النظر لايكون متعامداً مع المحور الأفقى لدوران المنظار. وللتصحيح تحرك الشعرة الرأسية موازية لنفسها باستعمال المسمارين الأفقيين المثبتين لحامل الشعرات ومع ملاحظة عدم إدارة هذا الحامل بحيث تقترب نقطة تقاطع الشعرتين من الخيط حتى تصل إلى منتصف المسافة بينهما - ويتكرر العمل للتأكد.

٣- ضبط حافة المسطرة مع مستوى دوران خط النظر:

بعد إتمام أفقية اللوحة المستوية يوضع شاخص على بعد مناسب منها ثم يرصد هذا الشاخص بواسطة منظار الأليداد بضبط تقاطع الشعرتين عليه وبدون تحريك الأليداد يرصد الشاخص مرة أخرى على إمتداد حافة المسطرة فإذا ظهر الشاخص على إستقامة حافة المسطرة كان الجهاز صحيحا وإلا فيجب تصحيحه بالطريق المناسب حسب تصميم الجهاز.

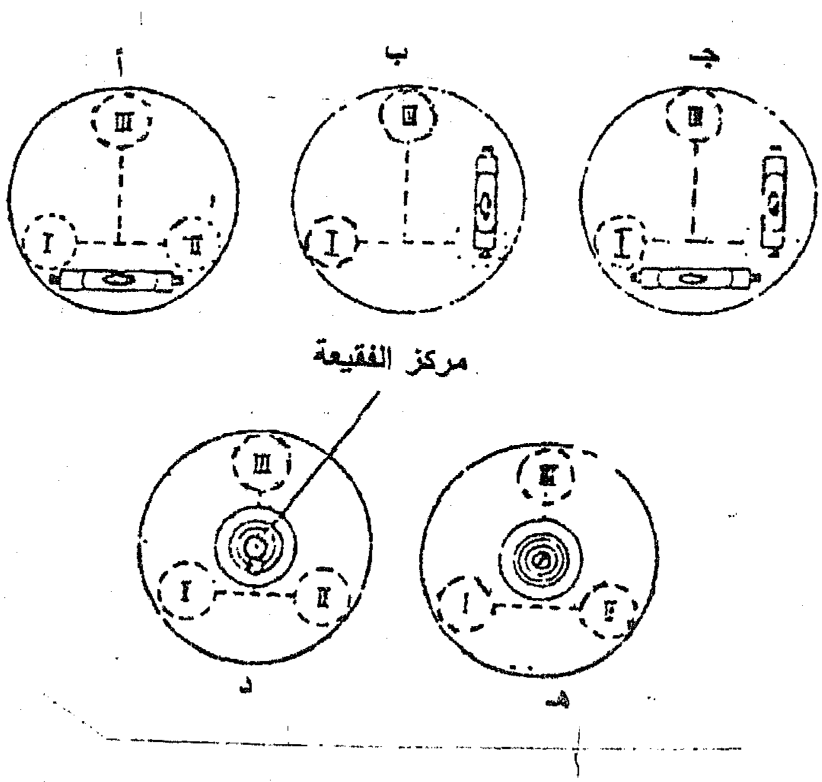
ثانياً: الضبط المؤقت للوحة المستوية:

وهى الشروط التى يجب توافرها عند إستعمال اللوحة المستوية - وتتم فى كل مرة نستعمل فيها اللوحة المستوية. وهو ما يجب إجراءه عند إستعمال

اللوحة المستوية للرفع ويشمل: أفقية اللوحات المستوية والتسامت والتوجيه الأساسى.

أ- أفقية اللوحة المستوية:

تثبت أرجل الحامل جيدا مع جعل اللوحة المستوية أفقية تقريبا ـ وبوضع ميزان التسوية موازيا لمسمارين من مسامير التسوية فى القاعدة وندير المسمارين (١) + (٢) معا إلى الداخل أو إلى الخارج (شكل ٥-١٢) حتى تصير الفقاعة فى المنتصف ـ وندير بعد ذلك ميزان التسوية حتى يأخذ الوضع الثانى متعامدا على الوضع الأول ونحرك مسمار التسوية الثالث (٣) حتى تصير الفقاعة فى المنتصف وتكرر العملية مرة أخرى للتأكد.



شكل (٥-١٢): ضبط الأفقية فى اللوحة المستوية

ب- التسامت:

معنى التسامت أن تكون النقطة المعينة على اللوحة متسامته تماما للنقطة النظيرة الموجودة فى الطبيعة. تتم عملية التسامت باستعمال شوكة الأسقاط فنحرك شوكة الأسقاط حتى تجعل سن الثقل يحدد موقع النقطة المثبتة بوتد مثلاً ـ فنجد أن سن الشوكة المدبب فوق اللوحة حدد موقع هذه النقطة على الخريطة ـ ونضغط بسن القلم أو بدبوس مكان طرف الشوكة فتتعين على الخريطة النقطة المقابلة لمركز الوتد فى الطبيعة.

جـ- التوجيه الأساسى:

وهو عبارة عن توجيه اللوحة المستوية بحيث تكون الخطوط فى الطبيعة موازية لنظائرها فى اللوحة الورق ـ وسوف يفهم معنى التوجيه الأساسى عند الكلام عن طرق الرفع المختلفة.

٥-٢-٣- طرق الرفع باللوحة المستوية

هناك أربع طرق مستعملة للرفع باستخدام اللوحة المستوية ـ وقد تختلف هذه الطرق من حيث اختيارها على:

أ- طبيعة الأرض.

ب- ظروف العمل وإمكان استخدام أياً من هذه الطرق إذ أن لكل طريقة شروطاً معينة حسب طبيعة الأرض.

جـ- مقياس الرسم المطلوب ونوع الخريطة.

د- الدقة المطلوبة.

ولكن تؤدى الطرق المختلفة للرفع إلى الغرض المطلوب وهو عمل الخريطة للمنطقة المراد رفعها. وهذه الطرق هى:

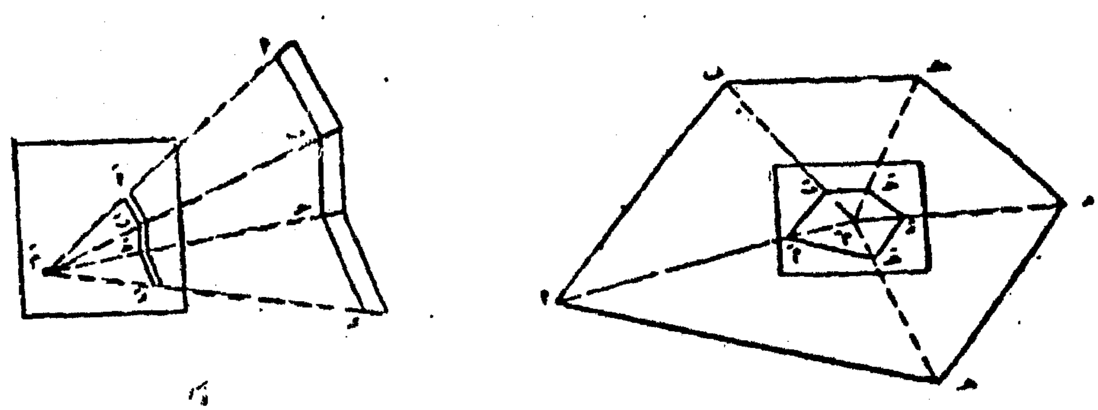
١- طريقة الإشعاع:

يشترط فى هذه الطريقة إمكان رؤية جميع نقط المضلع من نقطة واحدة ـ وكذلك إمكان قياس الأطوال بين نقط المضلع وهذه النقطة بدون وجود عقبات أو عوائق.

فإذا كان لدينا المضلع أ ب جـ د هـ (شكل ٥-١٧أ) وأنه فى إمكاننا رؤية نقط المضلع جميعها من نقطة مثل م والأرض مستوية تقريباً دون عقبات فلرفع المضلع المذكور نتبع الخطوات التالية:

أ- نضع اللوحة المستوية فوق النقط م - وتضبط أفقيا وبواسطة شوكة الإسقاط نعين م فى اللوحة مناظرة تماما للنقطة م.
ب- تربط اللوحة ومن م ترسم أشعة إلى نقطة المضلع أ، ب، جـ، د، هـ بعد التوجيه عليها أساسياً ثم تقاس الخطوط م أ، م ب ، م جـ، م د ، م هـ فى الطبيعة.
جـ- وبمقياس الرسم المناسب توقع أطوالها على اللوحة فتتعين بذلك النقط أ ، ب ، جـ ، د ، هـ.
د- وتصل هذه النقط ببعضها البعض على التوالى لينتج المضلع.

وتمتاز هذه الطريقة بأن الراصد لايحتاج إلى نقل اللوحة المستوية من مكان لآخر وعليه فيقوم الراصد مرة واحدة فقط بعملية الضبط المؤقت بدلاً من تكرارها. وتستخدم هذه الطريقة أيضاً لرفع المضلعات المفتوحة كما يوضح شكل (٥-١٣ب).



شكل (٥-١٣): طريقة الإشعاع

٢- طريقة التقاطع الأمامى (القاعدة):

يشترط فى هذه الطريقة إمكان رؤية جميع نقط المضلع من نقطتين سواء كانت هاتين النقطتين من نقط المضلع أو خلافها - ويعرف الخط الواصل بين النقطتين فى هذه الطريقة بخط القاعدة (شكل ٥-١٤).

فإذا كان لدينا المضلع المقفل أ ب جـ د هـ أ وإنه أمكننا رؤية نقط المضلع جميعها من كل النقطتين أ ، ب فإننا نتبع الآتى لإتمام عملية الرفع:

أ- نضع اللوحة فوق نقطة أ ونعين أ فى الورقة بحيث تأخذ اللوحة وضعا مناسبا للشكل بالطبيعة وتربط اللوحة الخشبية ومن أ نرسم الأشعة بواسطة الأليداد إلى نقطة ب،جـ، د، هـ فى الطبيعة.

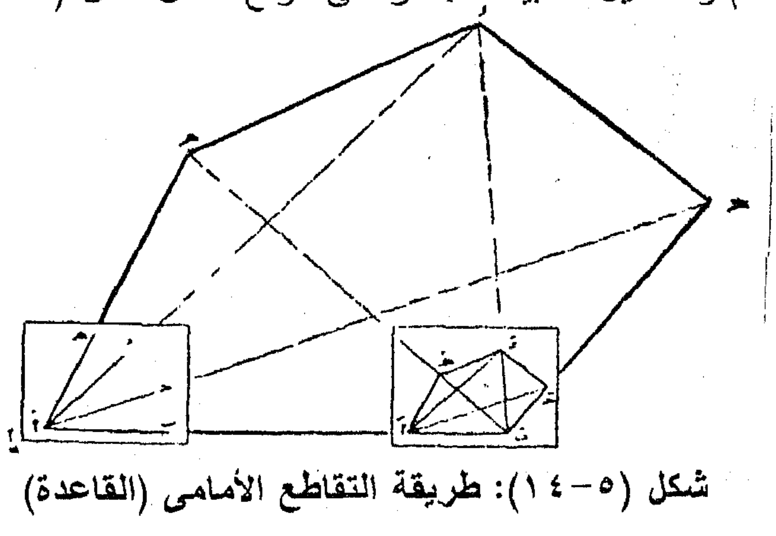
ب- يقاس خط القاعدة أ ب بدقة تامة ثم يوقع طول القاعدة أ ب على اللوحة الورق فتتعين النقطة ب المناظرة ب فى الطبيعة.

جـ- تنقل اللوحة المستوية إلى نقطة ب (الطرف الآخر من خط القاعدة) بحيث تتم الأشتراطات المؤقتة للقياس وهى أفقية اللوحة - تسامت النقطة بَ المعينة على اللوحة تماماً للنقطة ب الموجودة فى الطبيعة - التوجيه الأساسى للوحة بحيث يكون الشعاع أ ب الموقع على اللوحة فى مستوى رأسى واحد مع أ ب (القاعدة) الموجود فى الطبيعة.

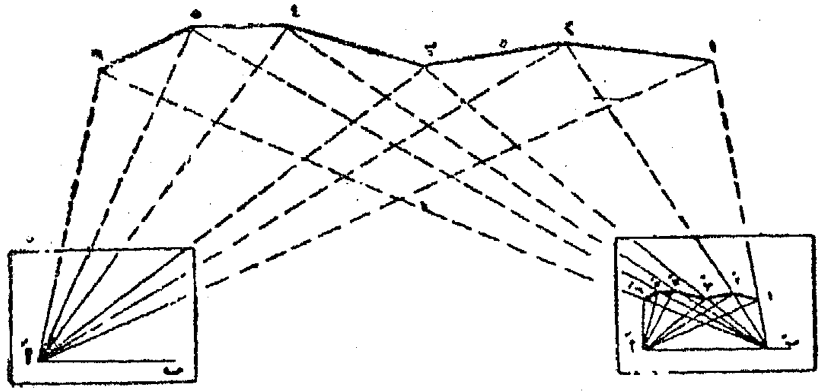
د- تربط اللوحة وترسم من ب الأشعة إلى النقط جـ، د ، هـ فتتقاطع الأشعة المرسومة من ب مع الأشعة الأولى المرسومة من أ وتعين مواضع النقط جـَ ، دَ ، هـَ على اللوحة.

هـ- نوصل النقط أَ ، ب ، جـ ، د ، هـ ببعضها فينتج المضلع المطلوب.

ومن الممكن الأستفادة من طريقة التقاطع الأمامى لتعيين الحدود ورفعها من الطبيعة مباشرة دون الحاجة إلى إقامة المضلعات التى تحصر المناطق المراد رفعها. وتستخدم طريقة التقاطع الأمامى (القاعدة) عموماً فى تحشية معالم وتفاصيل الطبيعة مباشرة فى موقع العمل شكل (٥-١٥).



شكل (٥-١٤): طريقة التقاطع الأمامى (القاعدة)



شكل (٥-١٥): رفع الحدود والتحشية بطريقة القاعدة

٣- طريقة التقاطع العكسى:

تشبه هذه الطريقة الطريقة السابقة (طريقة التقاطع الأمامى) - غير أن الفرق بينهما أنه فى طريقة التقاطع العكسى يتم تقاطع الشعاعين فى النقطة الموضوعة فيها اللوحة المستوية. ويفضل إستعمالها فى الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة.

وأهم مميزات هذه الطريقة هو الاستغناء عن قياس أغلب خطوط المضلع ويمكن كذلك تحقيق العمل بها فى الغيط مباشرة.

فإذا كان المضلع أ ب جـ د - هو الشكل المراد رفعه بهذه الطريقة فيتبع الآتى لإتمام عملية الرفع.

أ- توضع اللوحة المستوية فوق النقطة أ تماماً وبعد ضبط الأفقية وإتمام التسامت تعين النقطة أ/ فى اللوحة الورق بحيث يأخذ الشكل المرفوع وضعاً مناسباً للشكل فى الطبيعة.

ب- تربط بعد ذلك اللوحة ويرسم من أ شعاعان إلى ب وإلى د ثم يقاس أ ب فى الطبيعة ويوقع طوله على الشعاع المناظر له على اللوحة فتتعين ب.

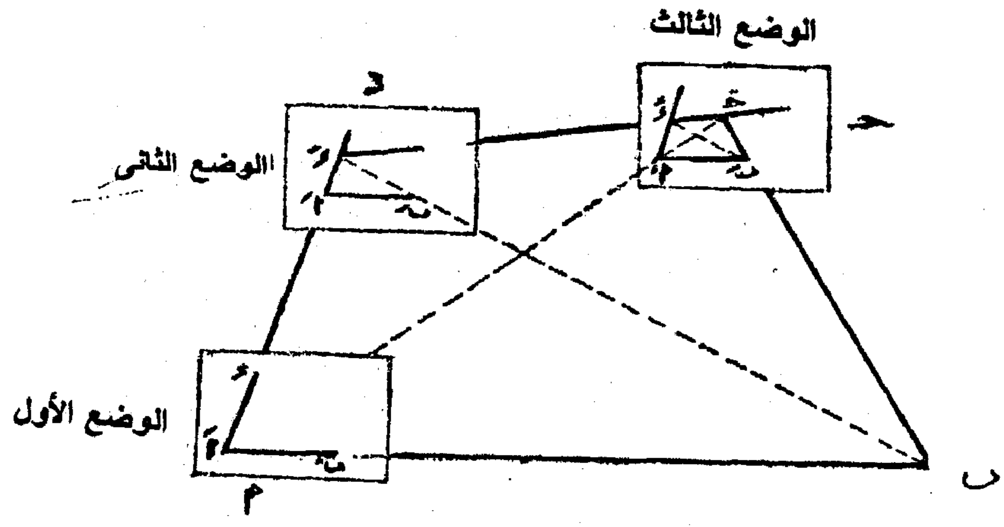
جـ- تنقل اللوحة المستوية وتثبت فوق د مع مراعاة أفقية اللوحة وتسامت أى نقطة من نقط الشعاع أ د للنقطة د فى الطبيعة بحيث يكون بعد هذه النقطة

عن أ باللوحة الورق مساويا بمقياس الرسم المستعمل للطول أ د في الطبيعة تقريبا. وبشرط أن يكون د أ باللوحة الورق منطبقا على نظيره د أ في الطبيعة شكل (٥-١٦).

د- تربط اللوحة ونثبت دبوسا في نقطة ب وننظر بالأليداد مع ملامسة مسطرته للدبوس تماما ودائما إلى النقطة ب في الطبيعة ونرسم ب ب حتى يقابل الشعاع أ د في نقطة د لتكون هي النقطة المناظرة للنقطة د في الطبيعة.

هـ- نثبت دبوس في د وبنفس الطريقة نرسم المستقيم د جـ - وتنقل اللوحة المستوية وتثبت فوق جـ مراعين الشروط المؤقتة للوحة المستوية ومن ب نرصد ب في الطبيعة ونرسم إمتداد ب ب ليقابل الشعاع د جـ في نقطة جـ لتكون مناظرة في اللوحة الورق للنقطة جـ في الطبيعة.

ويمكن لتحقق من صحة العمل بتثبيت دبوسا في أ وباللوحة المستوية في وضعها الأخير فوق جـ وترصد نقطة أ في الطبيعة فإذا مر إمتداد أ أ بالنقطة جـ كان العمل صحيحاً وإلا فيعاد العمل ثانية.



شكل (٥-١٦): طريقة التقاطع العكسى

٤- طريقة الدوران (الترافرس):

تعتبر طريقة الدوران (الترافرس) أحسن طرق الرفع باللوحة المستوية فى رفع الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة - ففى هذه الطريقة يمكن توقيع النقط ورفعها من الطبيعة بدقة كافية تصلح للخرائط التفصيلية ذات المقياس الكبير. ويشترط فى هذه الطريقة إمكان رؤية كل نقطة من النقط التى تلحقها والأخرى التى تسبقها - كما يشترط إمكان قياس أطوال جميع خطوط المضلع والعناية التامة بعملية التوجيه الأساسى فى اللوحة المستوية. ويمكن تلخيص خطوات العمل بهذه الطريقة فيما يأتى:

أ- قياس أطوال المضلع بدقة كافية.

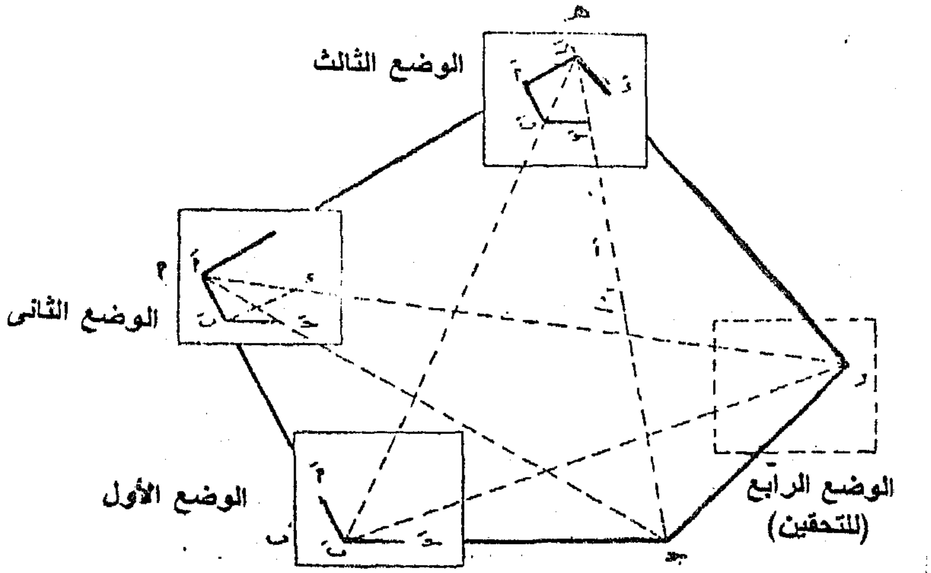
ب- توضع اللوحة المستوية فوق أى نقط من نقط المضلع مثل ب ونعين ب على اللوحة الورق مراعين شروط الضبط المؤقت وتربط اللوحة جيداً شكل (٥-١٧).

جـ- نضع حرف الأليداد على ب ونرصد أ فى الطبيعة وتوقع ب أ على اللوحة الورق بمقياس الرسم المستعمل فتتحدد أ وتتعين نقطة جـ بنفس الطريقة. ثم نرسم أشعة لأى نقطة أخرى مثل هـ ، د لإستعمالها فى تحقيق العمل شكل (٥-١٧).

د- تنقل اللوحة المستوية إلى النقط التالية من نقط المضلع أ وترفع النقطة أ وتجرى عملية التوجيه الأساسى ليكون أ ب فى الخريطة موازيا نظيره فى الطبيعة وكذلك أ' د' على اللوحة الورق موازيا نظيره فى الطبيعة وبعد ذلك نرسم شعاعاً إلى هـ وتوقع بقياس الطول أ هـ.

هـ- وللتحقيق نرسم شعاعاً إلى د وآخر إلى جـ للتحقيق ويجب أن يمر الشعاع إلى جـ بنقطة جـ السابق توقيعها من ب أما تقاطع الشعاعين من أ ، ب إلى د فيعين مكان د.

ويلاحظ أن أهم عيوب هذه الطريقة أنها أكثر تعبا وجهداً من الطرق الثلاثة الأخرى حيث أننا تكرر فى كل مرة وفى كل نقطة عملية التوجيه الأساسى والتسامت والأفقية.



شكل (٥-١٧): طريقة الدوران (الترافرس)

٥-٢-٤- مزايا وعيوب الرفع باللوحة المستوية:

- مزايا الرفع باللوحة المستوية

١- فى اللوحة المستوية نحصل على جميع المعلومات اللازمة والتفاصيل لرفع ورسم الخرائط للمنطقة المرفوعة من الغيط مباشرة.

٢- يمكن إجراء عمليات التحقيق مباشرة بمقارنة القياسات المأخوذة الطبيعة بما يقابلها على الخريطة.

٣- يستغنى عن قياس الزوايا فى الرفع باللوحة المستوية.

٤- يستفاد من إستعمال اللوحة المستوية توقيع نقط جديدة (مسألة الثلاث نقط ـ مسألة النقطتين).

٥- تعتبر هذه الطريقة من أسرع طرق الرفع فى الاستعمالات المختلفة فمثلاً الخرائط ذات المقاييس الكبيرة (١ : ٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠) تستعمل لها طريقة الترافرس فنحصل على الخريطة بدقة كافية وبطريقة سريعة نسبيا. والخرائط ذات المقاييس الصغيرة نسبياً (١ : ٢٥٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠) تستعمل لها طريقة التقاطع الأمامى لسهولتها وسرعتها.

- عيوب الرفع باللوحة المستوية:

١- لاتستعمل فى مناطق الغابات والأراضى ذات الطبوغرافية الشديدة.
٢- لايمكن الرفع باللوحة المستوية فى الأجواء الممطرة والرطبة لذلك يقل إستخدام اللوحة المستوية فى معظم بلدان أوروبا.
٣- ثقل الأدوات المستعملة وعيوبها الآلية الكثيرة تحد من إستعمال الرفع باللوحة المستوية.

- مصادر الأخطاء فى الرفع باللوحة المستوية:

١- انكماش اللوح الورق وما ينتج عنه من أخطاء فى القياسات من اللوح مباشرة (راجع انكماش الخرائط فى باب الخرائط المساحية).
٢- العيوب الآلية الكثيرة فى الأدوات المستعملة وأهمها عيوب الأليداد.
٣- عدم ضبط اللوحة ضبطاً مؤقتاً دقيقاً.
٤- عيوب الدقة فى قياس وتوقيع الأبعاد على الخريطة.

الباب السادس
حساب المساحات
وتقسيم الأراضى

الباب السادس
حساب المساحات وتقسيم الأراضى

٦-١- مقدمه

بعد رفع الأرض وعمل الخريطة اللازمة لها يطلب من المهندس حساب المساحات المبينة بها. أو يطلب من المهندس تحديد المساحات من الخرائط المساحية ويعتبر حساب المساحات وتقسيم الأراضى من أهم الأعمال المساحية - حيث على ضوئها يتم تحديد المكعبات الزراعية وتحديد خطوط التقسيم.

٦-٢- حساب المساحات

بعد عمليات رفع الأراضى ورسم الخرائط المساحية يتطلب دائما حساب المساحات لتحديد الملكيات الزراعية، وهنا يجب مراعاة أن المساحة المحسوبة من الرسم قد تكون أقل من المساحة الطبيعية على سطح الأرض وخاصة فى الأراضى المنحدرة حيث أنه تؤخذ القياسات التى ترسم بها الخرائط فى مستوى أفقى دائما. وعموما يوجد مصدران أساسيان يمكن منهما تحديد أو حساب المساحات:

أ- من الخرائط:

وهى الأكثر استعمالاً لسهولتها بالرغم من احتمال وجود خطأ فى توقيع ورسم الخرائط.

ب- من الطبيعة:

وتحدد المساحة من واقع القياسات على الطبيعة وهى من أدق الطرق نظراً لعدم وجود أخطاء بها. ومع هذا فإنها لا تستخدم كثيراً إذ يجب دائماً الرجوع إلى المنطقة على الطبيعة لأخذ البيانات سواء كانت أطوال أو أشكال نحتاج إليها لتعيين المسطحات.

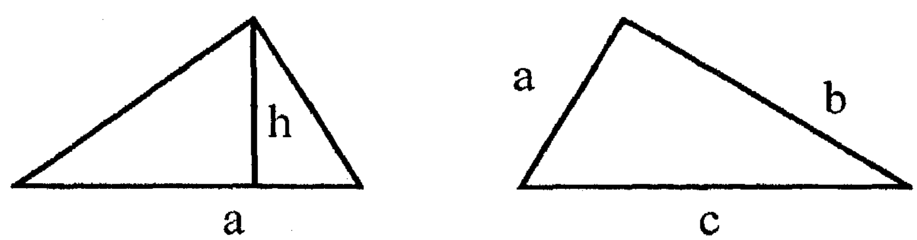
وتوجد عدة طرق لحساب المساحات منها الحسابية والنصف الحسابية والتخطيطية والميكانيكية وسوف نوضح فيما يلى هذه الطرق:

٦-٢-١- الطريقة الحسابية:

وفيها تقسم المساحة الى مجموعة من الأشكال الهندسية المنتظمة مثل المثلثات أو أشكال رباعية ثم تحسب مساحات هذه الأجزاء وبجمعها نحصل على المساحات الكلية. وأهم قوانين مساحات الأشكال المنتظمة هي:

أ- المثلث: Triangle (شكل ٦-١)

توجد عدة قواعد لحساب مساحة المثلث مأخوذة من قوانين حساب المثلثات البسيطة:



شكل (٦-١)

- مساحة مثلث معلوم فيه القاعدة والإرتفاع:

المساحة = نصف حاصل ضرب القاعدة × الارتفاع

$$A = \frac{a.h}{2}$$

- مساحة مثلث معلوم فيه ضلعان والزاوية بينهما:

المساحة = نصف حاصل ضرب أى ضلعين × جيب الزاوية المحصورة بينهما

$$A = \frac{1}{2}a.c\sin\alpha = \frac{1}{2}c.b\sin\beta = \frac{1}{2}a.b\sin\delta$$

- مساحة مثلث معلوم أضلاعه:

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

حيث:

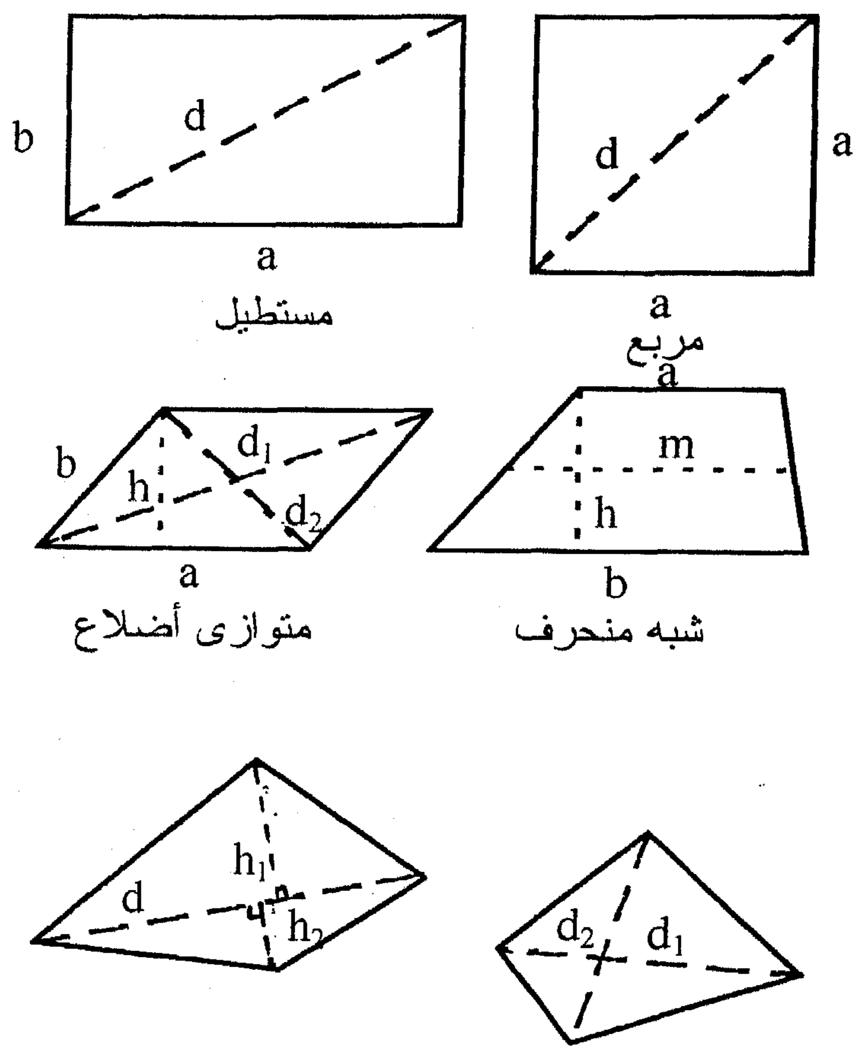
s: نصف مجموع الأضلاع = نصف المحيط

$$s=\frac{a+b+c}{2}$$

ملحوظة: فى المثلث المتساوى الأضلاع تحسب المساحة من العلاقة:

$$A=\frac{a^2}{4}\sqrt{3} \quad , \quad h=\frac{a}{2}\sqrt{3}$$

ب- الأشكال الرباعية (شكل ٦-٢)



شكل (٦-٢) الأشكال الرباعية

- **المربع** Square

$$A=a^2 \quad , \quad d=a\sqrt{2}$$

حيث a طول الضلع، d قطر المربع

- **المستطيل** **Rectangle**

$$A=a.b \ , \ d=\sqrt{a^2+b^2}$$

حيث a ، b طول أضلاع المستطيل، d قطر المستطيل

- **متوازى الأضلاع** **Parallelogram**

مساحة متوازى الأضلاع = القاعدة × الأرتفاع

$$A=a.h=a.b\sin\alpha$$

حيث a طول القاعدة، h الارتفاع

وتحسب طولى القطرين d_1 ، d_2 من العلاقات الآتية:

$$d_1=\sqrt{(a+h\cot\alpha)^2+h^2}$$

$$d_2=\sqrt{(a-h\cot\alpha)^2+h^2}$$

- **شبه المنحرف** **Trapezium**

مساحة شبه المنحرف = القاعدة المتوسطة × الأرتفاع

$$A=\frac{a+b}{2}h=m.h,$$

حيث m القاعدة المتوسطة، h الارتفاع

- **مساحة الشكل الرباعى الغير منتظم:**

يقسم الشكل الرباعى إلى مثلثين

$$A=\frac{d}{2}(h_1+h_2)$$

أو يحسب من العلاقة:

المساحة = $\frac{١}{٢}$ حاصل ضرب القطرين × جيب الزاوية بينهما

$$A=\frac{1}{2}d_1 d_2 \sin\alpha$$

جـ- الأشكال السداسية Hexagon والثمانية Octagon (شكل ٦-٣)

- الشكل السداسى

$$A=\frac{3}{2}a^2\sqrt{3}$$

حيث a طول ضلعه

$$d=2a$$

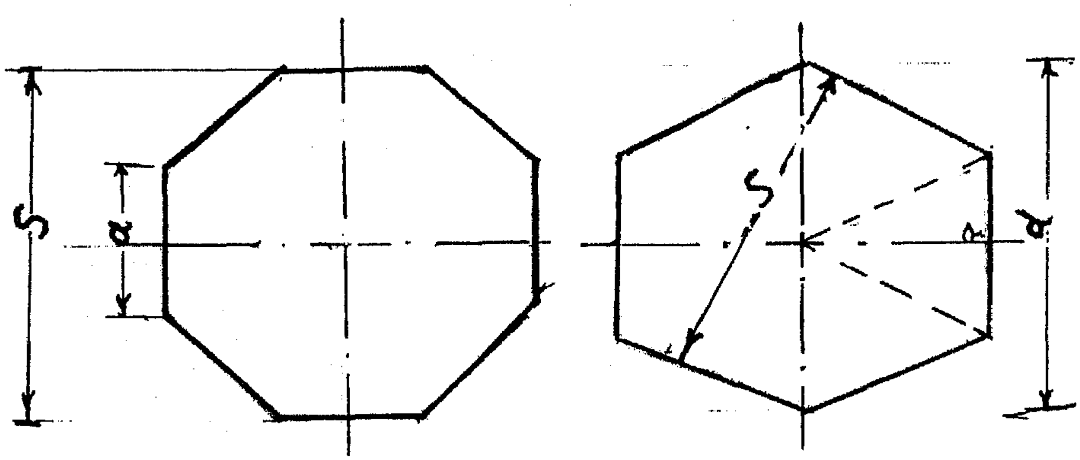
$$=\frac{2}{\sqrt{3}}S=1.155S$$

$$S=\frac{\sqrt{3}}{2}d=0.866d$$

- الشكل الثمانى

$$A=2aS=6.83S^2$$

$$a=S\tan 22.5^\circ=0.415S$$



شكل (٦-٣)

٣- مساحة الأشكال الدائرية (شكل ٦-٤):

- مساحة الدائرة = Crircle

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \pi r^2$$

$$A = 0.785\, d^2$$

حيث d القطر، r نصف القطر

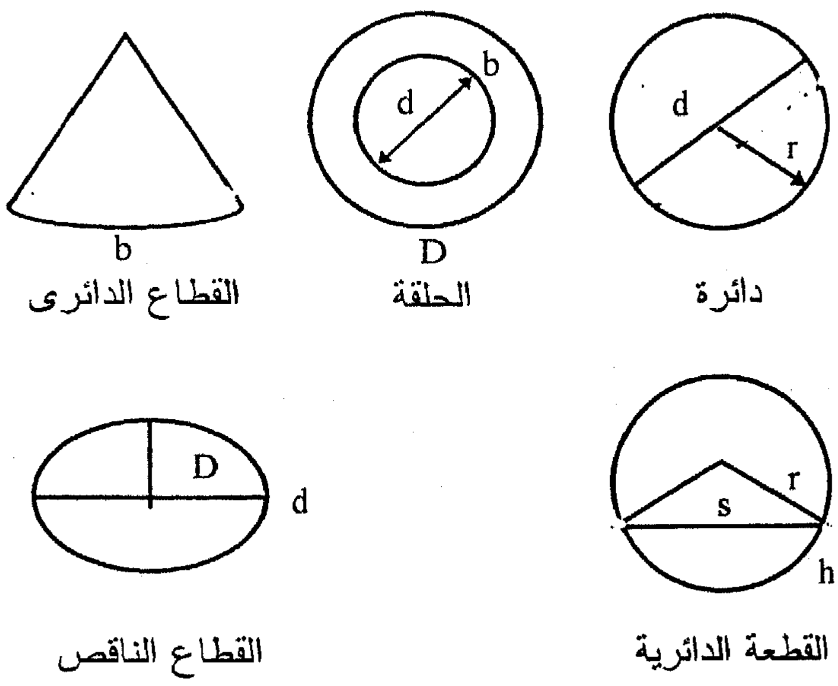
- الحلقة Annulus

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

حيث D قطر الدائرة الخارجة
d قطر الدائرة الداخلة

$$A = \pi (d + b) b$$

$$b = \frac{D - d}{2}$$



شكل (٦-٤)

- القطاع الدائرى Sector of a cirle

$$A = \frac{\pi}{360^{\circ}} r^2 \alpha = \frac{\hat{a}}{2} r^2 = \frac{br}{2}$$

حيث α زاوية القطاع بالتقدير الستينى

$\hat{\alpha}$ زاوية القطاع بالتقدير الدائرى

$$b = \frac{\pi}{180} r\alpha$$

حيث b طول قوس القطاع

r نصف قطر الدائرة

القطعة الدائرية Segment of a circle

$$A = \frac{h}{6S}(3h^2 + 4S^2) = \frac{r^2}{2}(\alpha - \sin\alpha)$$

حيث S طول قاعدة القطعة الدائرية وتساوى:-

$$S = 2r\sin\frac{\alpha}{2}$$

r نصف قطر الدائرة

h إرتفاع القطعة الدائرية

$$r = \frac{h}{2} + \frac{S^2}{8h}$$

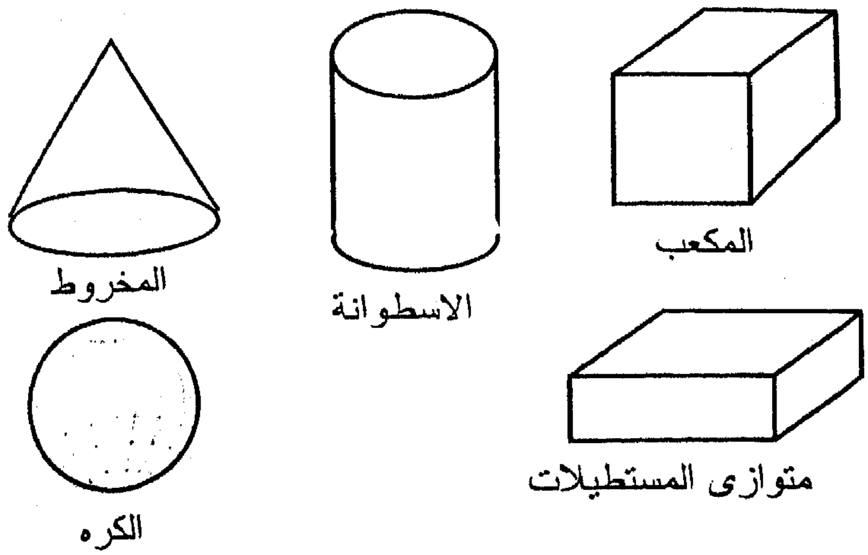
$$h = r(1 - \cos\frac{\alpha}{2}) = \frac{S}{2}\tan\frac{\alpha}{4}$$

- القطع الناقص Ellipse

$$A = \frac{\pi}{4} Dd = \pi a.b$$

حيث D طول المحور الأكبر، d طول المحول الأصغر للقطع الناقص

هـ- مساحة السطوح للأجسام المنتظمة (شكل ٦-٥)



شكل (٦-٥)

المكعب cube $A=6a^3$

متوازى المستطيلات cuboid $A=2(ab+ac+bc)$

الأسطوانة cylinder $A=2\pi r h$

المخروط cone $A=\pi r m$

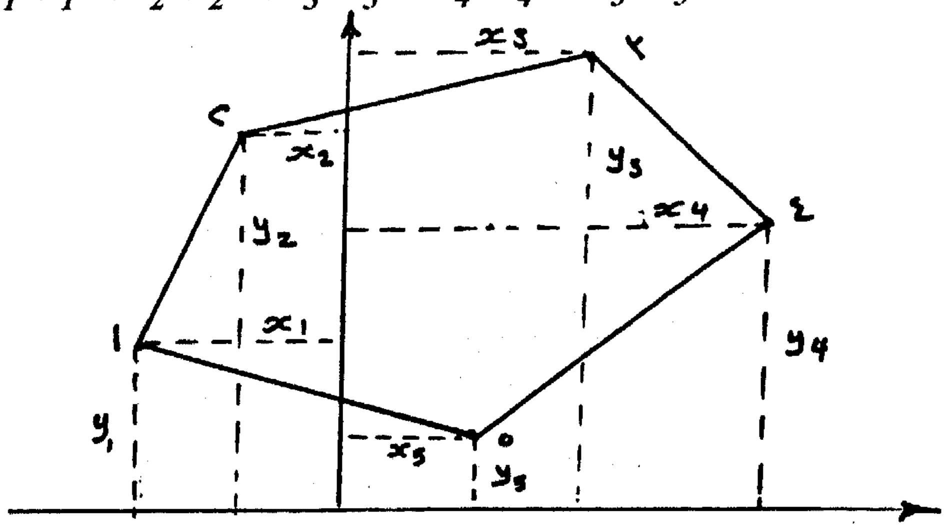
$$m=\sqrt{h^2+r^2}$$

الكره sphere $A=4\pi r^2$

و- مساحة الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة

فى هذه الحالة تحسب المساحة بطريقة الإحداثيات فمثلا لحساب مساحة الضلع الموجود فى شكل (٦-٦) نرقم النقط فى إتجاه دائرى واحد وتحسب إحداثيات رؤوس المضلع ونجد أن إحداثيات المضلع المبين هى:

$(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3),(x_4,y_4),(x_5,y_5)$



شكل (٦-٦)

$$2A=\sum y_n(x_{n+1}-x_{n-1})$$

$$2A=\sum x_n(y_{n+1}-y_{n-1})$$

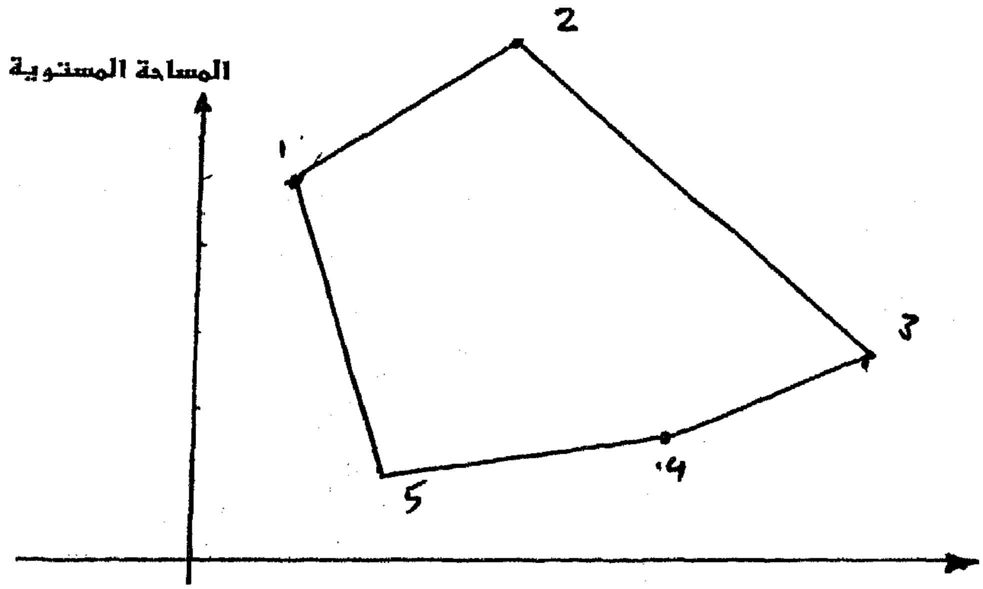
أى أن ضعف مساحة أى شكل معلوم إحداثيات رؤوسه يساوى مجموع حاصل ضَرب كل أحداثي رأسى فى الفرق بين الأحداثيين الأفقيين اللاحق والسابق له. وهو يساوى أيضا مجموع حواصل ضرب كل إحداثى أفقى فى الفرق بين الأحداثيين الرأسيين واللاحق والسابق له.

مثال:

أوجد مساحة الشكل الذى أحداثيته

$(2,10),(7,14),\ (14,5),\ (10,3),(4,2,5)$

الحل



x	2	7	14	10	4
y	10	14	5	3	2.5

$$A = \frac{1}{2}\left[10(7-4)+14(14-2)+5(10-7)+3(4-14)+2.5(2-10)\right]$$

$$\frac{1}{2}(30+168+15-30-20) = 81.5\, m^2$$

وهذا ويمكن إيجاد المساحة بمعلومية إحداثيات النقطة بطريقة سهلة وبسيطة وتتلخص فيما يلى:

١- ترتب إحداثيات كل نقطة على هيئة بسط ومقام ($\frac{س}{ص}$) وتوضع بترتيب دائرى واحد بحيث تنتهى بالنقطة التى ابتدأنا منها مع مراعاة وضع الإحداثيات بإشارتها الجبرية.

٢- يضرب كل مقام في بسط الكسر التالى. ثم يضرب كل بسط فى المقام للحد التالى (الخطوط المنقطعة).

٣- نجمع كل حواصل الضرب فى الخطوط الكاملة على حده والخطوط المتقطعة على حده والفرق الجبرى بينهما يكون هو ضعف المساحة وذلك بغض النظر عن الإشارة الجبرية.

$$2A = \left[\frac{x_1}{y_1}\frac{x_2}{y_2}\frac{x_3}{y_3}\frac{x_4}{y_4}\right]$$

احسب مساحة المضلع فى المثال السابق. بالطريقة السابقة.

الحل:

$$2A=\left[\frac{2}{10}\searrow\frac{7}{14}\searrow\frac{14}{5}\searrow\frac{10}{3}\searrow\frac{4}{2.5}\searrow\frac{2}{10}\right]$$

$$=(2\times14+7\times5+14\times3+10\times2.5+4\times10)$$

$$-(10\times7+14\times14+5\times10+3\times4+2.5\times2)$$

$$=163$$

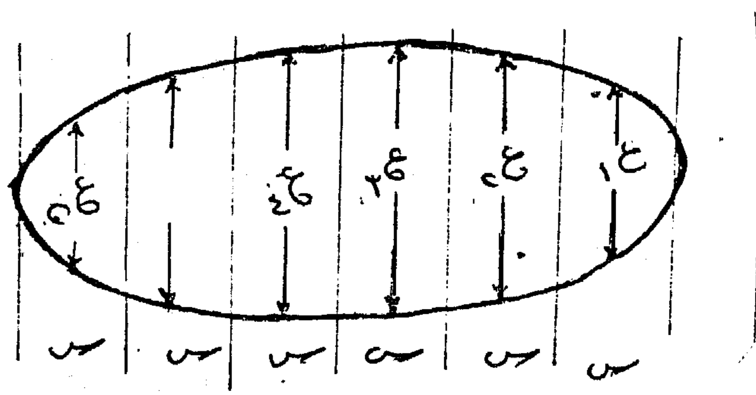
$$A=81.5m^2$$

٦-٢-٢- الطرق النصف حسابية:

وتستعمل فى الأراضى الممتدة كالشرائح والمساحات الضيقة وتتلخص هذه الطريقة فى أخذ محور يوازى طول المنطقة تقريبا فى الطبيعة وتقسم الى أجزاء متساوية فى الجزء المقطوع بين حدى القطعة ثم نقيم من نقطة التقسيم أعمدة ونتبع إحدى الطرق الآتية حسب دقة الحساب المطلوب:

أ- طريقة العمود المتوسط:

وهى طريقة تقريبية وفيها تقسم المنطقة الى أجزاء متساوية على المحور ثم تقام على هذا المحور ومن منتصف كل قطعة عمودا يتوسط القطعة شكل (٦-٧):



شكل (٦-٧)

وتكون المساحة كلها عبارة عن مجموع مساحات الشرائح.

المساحة = س $ع_1$ + س $ع_2$ + س $ع_3$ + س $ع_4$ ...... س $ع_{ن-1}$ + س $ع_ن$

المساحة = س ($ع_1$ + $ع_2$ + $ع_3$ + $ع_4$ + ...$ع_ن$)

ب- طريقة متوسط الأرتفاعات:

وهذه الطريقة تعتبر من الطرق التقريبية إذ تحسب المساحة الكلية للمنطقة على أساس أخذ متوسط الأعمدة فتتحول المساحة كلها الى مستطيل طوله عبارة عن طول القطعة وإرتفاعه هو متوسط الأعمدة.

فإذا كان المراد حساب المساحة للقطعة المبينة فى شكل (٦-٧) مثلا فإننا نجد أن:

$$\text{المساحة} = \text{ن س} \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{ن} - ١} \right)$$

$$\text{المساحة} = (\text{ن} - ١)\ \text{س} \left(\frac{\text{مجموع الأعمدة}}{\text{ن}} \right)$$

حيث: ن عدد الأقسام

س المسافة بين كل عمودين متتاليين

جـ- طريقة أشباه المنحرفات:

وهى طريقة أدق من سابقتها وأساسها هو حساب المساحة على أعتبار أن كل قسم عبارة عن شبه منحرف قاعدتاه العمودان وأرتفاعه س. ففى شكل (٦- ٨) نجد أن

$$\text{المساحة} = \frac{\text{س}}{٢}(ع_1 + ع_2) + \frac{\text{س}}{٢}(ع_2 + ع_3)$$

$$+ \frac{\text{س}}{٢}(ع_3 + ع_4) + \frac{\text{س}}{٢}(ع_4 + ع_5)$$

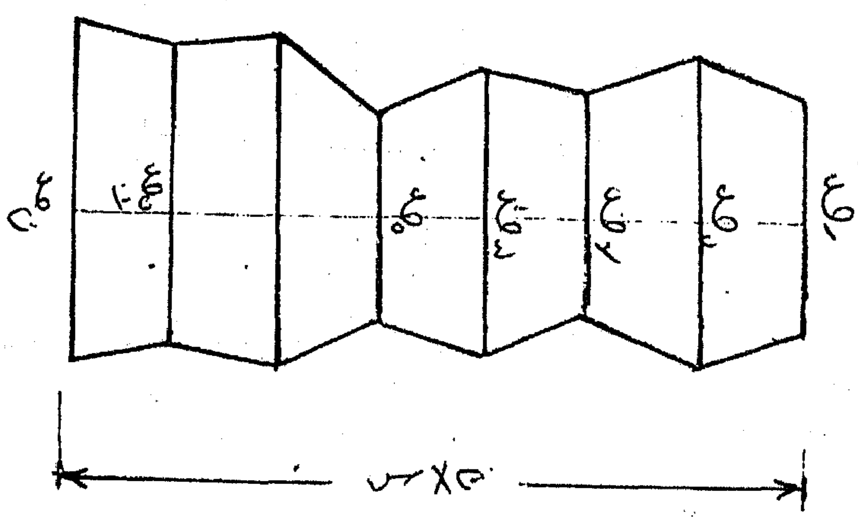
$$+ \ldots\ldots + \frac{\text{س}}{٢}(ع_{ن-1} + ع_ن)$$

$$+ \frac{س}{٢} (ع_١ + ٢ع_٢ + ٢ع_٣ + ٢ع_٤ + ... + ٢ع_{ن-١} + ع_ن)$$

$$= \frac{س}{٢} (ع_١ + ع_ن + ٢ (ع_٢ + ع_٣ + ع_٤ + ...ع_{ن-١})$$

المساحة = $\frac{س}{٢}$ (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف الأعمدة الباقية)

وتستعمل هذه الطريقة إذا كانت حدود الأرض منحنية انحناء بسيط أو منكسرة.



شكل (٦–٨)

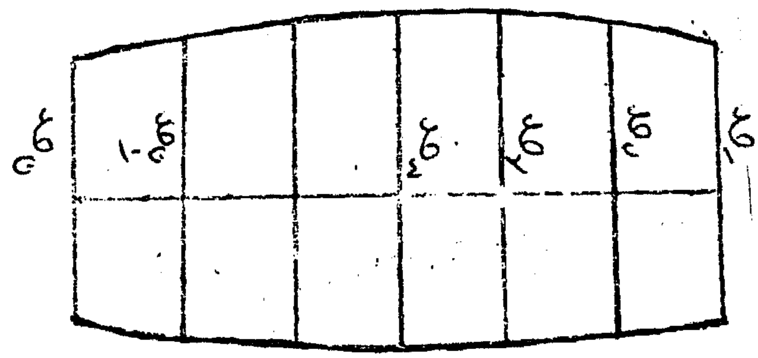
د– طريقة سمسون

تستعمل إذا كانت حدود الأرض منحنية تماما بمعنى أنه يمكننا (أعتبار كل ٣ نقط من الحدود عبارة عن منحنى قطع مكافئ شكل ٦– ٩).

المساحة = $\frac{س}{٣}$ [ع$_١$ + ع$_ن$ +(٢ع$_٣$ +ع$_٥$ +..) + ٤ (٢ع$_٤$ +ع$_٦$+ ..+ع$_{ن-١}$]

= $\frac{س}{٣}$ (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف الأعمدة الفردية الباقية + أربعة أمثال الأعمدة الزوجية)

ويجب أن يكون عدد الأقسام زوجى وإذا كان فرديا يحذف قسم عند أحد الطرفين وتحسب مساحته على حده مع ملاحظة أنه فى حالة عدم وجود عمود فى بداية القطعة أو نهايتها يجب أعتبار العمود الأول والأخير يساوى صفراً عند تطبيق القانون.

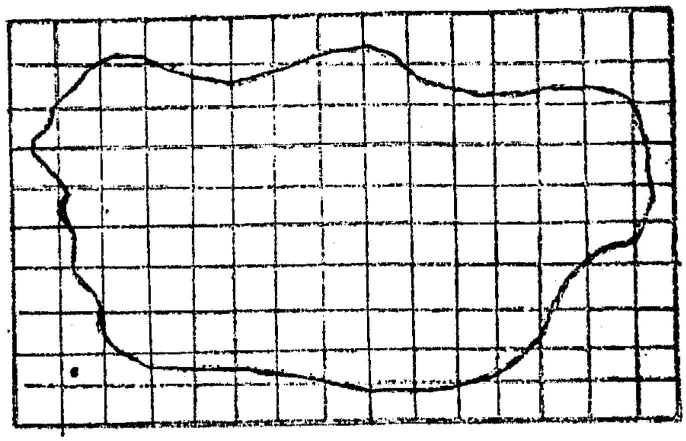


شكل (٦- ٩)

هـ- حساب المساحة بإستعمال شبكة مربعات مساعدة:

وهذه الطريقة تقريبية وتستعمل فى حساب الأشكال الغير منتظمة. بالرغم من أنها تمتاز بسرعتها غير أن دقتها محدودة. وتتلخص فى الآتى:

نرسم على ورقة شفاف شبكة من المربعات مساحة كل منها تساوى الوحدة المستعملة مَ (١م٢ ، ١٠م٢ ، ٢٥م٢ ، ١٠٠م٢ وهكذا حسب مقياس الرسم شكل ٦-١٠) ثم نضع الشبكة على الشكل المطلوب حساب مساحته ونحصى عدد المربعات الكاملة التى يحتوى عليها الشكل ونقدر الأجزاء الأقل من مربع كامل ونجمعها كلها وليكن مجموعها كمربعات كاملة ن فتكون المساحة الكلية للشكل = مَ . ن. ويمكن عمل الشبكة على لوح من الزجاج بدلاً من ورق الشفاف لو احتاج العمل لتطبيق هذه الطريقة كثيراً ويجب عند وضع لوح الزجاج على الرسم أن تراعى دائماً أن يكون الوجه المقسم ملاصقاً للشكل المطلوب قياسه حتى نتجب انكسار الأشعة نتيجة لسمك الزجاج.



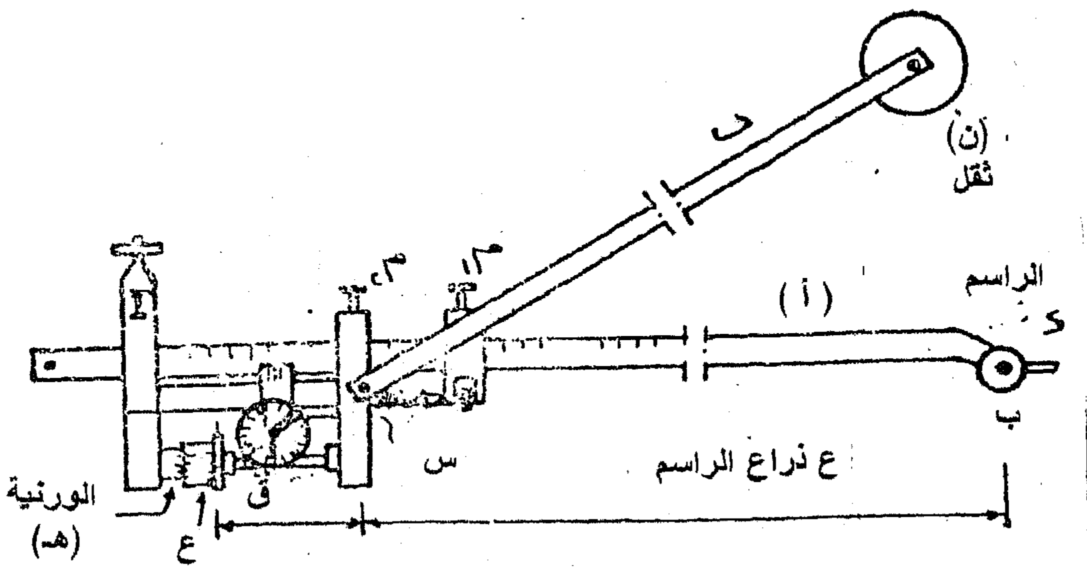
شكل (٦- ١٠)

٦-٢-٣- الطريقة الميكانيكية

وهى تعتمد على إستخدام أجهزة معينة لتعيين المساحات من الرسم وأهم تلك الأجهزة هو جهاز البلانيمتر وتستخدم هذه الطريقة فى حساب مساحات الأراضى الكثرة التعاريج.

يعتبر جهاز البلانيمتر من أفضل الطرق الميكانيكية فى ايجاد المساحات الغير منظمة داخل أى شكل مقفل وذلك بمرور سن مدبب للجهاز على محيط الشكل المطلو ب ايجاد مساحته ـ ويمتاز البلانيمتر بالسرعة والدقة فى حساب المساحات من الخرائط مباشرة.

يتركب البلانيمتر من ذراعين من المعدن أحدهما يعرف بذراع الراسم أو ذراع القياس "أ" والآخر يعرف بالذراع الثابت أو ذراع القطب "ب" ويتصل الذراعين ببعضهما عن طريق مفصل كروى "س" عبارة عن مخروط صغير فى نهاية ذراع القطب يدخل فى ثقب موجود فى ذراع القياس كما فى ذراع القياس. ويوضح شكل (٦-١١) الأجزاء الرئيسية للبلانيميتر.



شكل (٦-١١) البلانيميتر

١- ذراع الرسم "أ" (ذراع القياس):

مثبت فى أحد طرفيه ابرة الراسم "جـ" عمودية على الذراع ولها يد تستخدم فى امرار الأبزة على طول محيط الشكل. ومثبت فى هذه اليد مسمار محورى "د" له طرف أملس يرتكز به على سطح الورقة المرسوم بها الشكل وبفكه قليلا ترتفع ابرة الراسم عن الورقة حتى لا يتلف سن الأبرة الورقة أو الخريطة المرسومة.

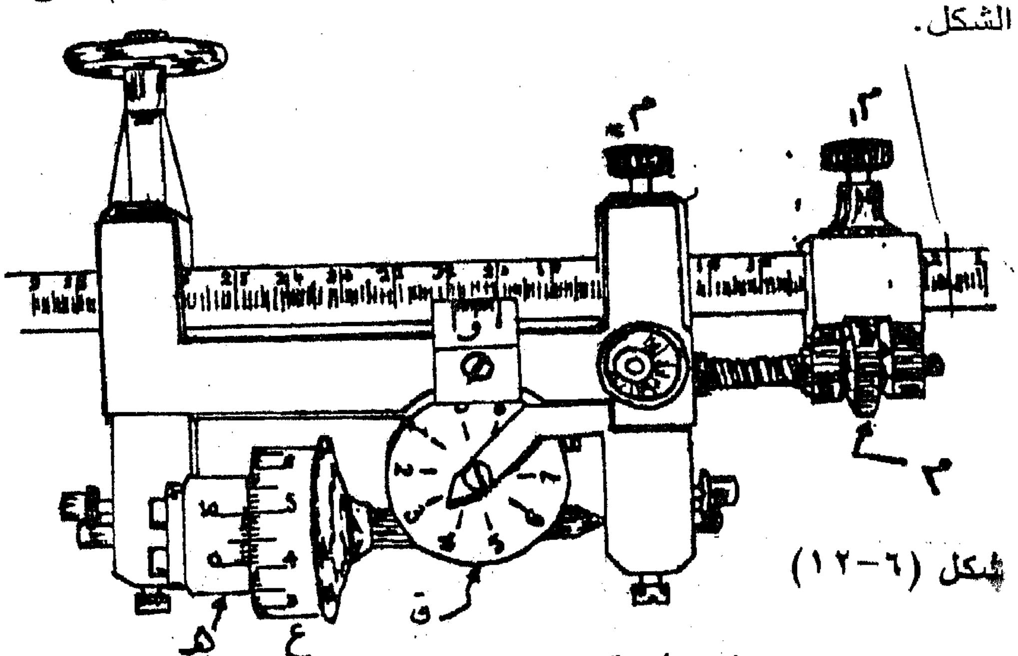
وينزلق الطرف الآخر لذراع الراسم داخل غلاف معدنى لتحديد طول هذا الذراع ويمكن ربطه بمسمار الحركة السريعة "م١" ومسمار الحركة البطيئة "م٢" كما توجد ورنيه صغيرة "و" مثبتة على الغلاف المعدنى حيث ينزلق أمامها ذراع الراسم لتحديد طوله بدقة $\frac{١}{١٠}$ من أصغر قسم على الذراع أى $\frac{١}{١٠}$ من المليمتر.

كما يتصل بالغلاف المعدنى الأجزاء الأتية:

أ- عجلة قياس رأسية "ع"

وهى مثبتة على محور أفقى يوازى ذراع الراسم وتدور فى مستوى عمودى عليه ومحيط العجلة مقسم إلى ١٠ أقسام متساوية وكل قسم مقسم

بدوره إلى ١٠ أقسام أخرى متساوية كما فى شكل (٦-١٢). أى أن العجلة الرأسية مقسمة إلى ١٠٠ قسم وتدور هذه العجلة أثناء مرور أبرة الراسم على محيط الشكل.



شكل (٦-١٢)

ب- ورنيه العجلة الرأسية "هـ"

حيث تدور عجلة القياس الرأسية أمام هذه الورنيـة وهـى تقـرأ ١/١٠٠٠ من أصغر قسم على العجلة الرأسية أو ١/١٠ من دورة كاملة للعجلة.

جـ- القرص الأفقى "ق"

ويأخذ حركته عن طريق بزيمة مركبة على محور دوران العجلة الرأسية وتعشق أسنان البريمة مع أسنان ترس آخر أسفل القرص الأفقى والقرص مقسم إلى ١٠ أقسام متساوية وتقرأ هذه الأقسام بواسطة مؤشر بأعلى القرص. والبريمة والترس مصممان بحيث يدور القرص الأفقى بمقدار قسم واحد من أقسامه (١/١٠ لفة) كلما دارات العجلة الرأسية لفة واحدة كاملة.

٢- الذراع الثابت "ب" (ذراع القطب):

ينتهى أحد طرفيه بثقل اسطوانى الشكل "ث" مثبت فى مركزه من أسفل ابرة صغيرة تغرز فى الخريطة حتى لا يتحرك هذا الذراع أثناء الدوران على محيط الشكل. وينتهى الطرف الأخر للذراع الثابت بمفصل

كروى يوضع فى ثقب خاص فى الغلاف المعدنى لذراع الراسم وبذلك يتصل ذراعى البلانيمتر ببعضها أثناء الاستعمال.

نظرية القياس بالبلانيميتر

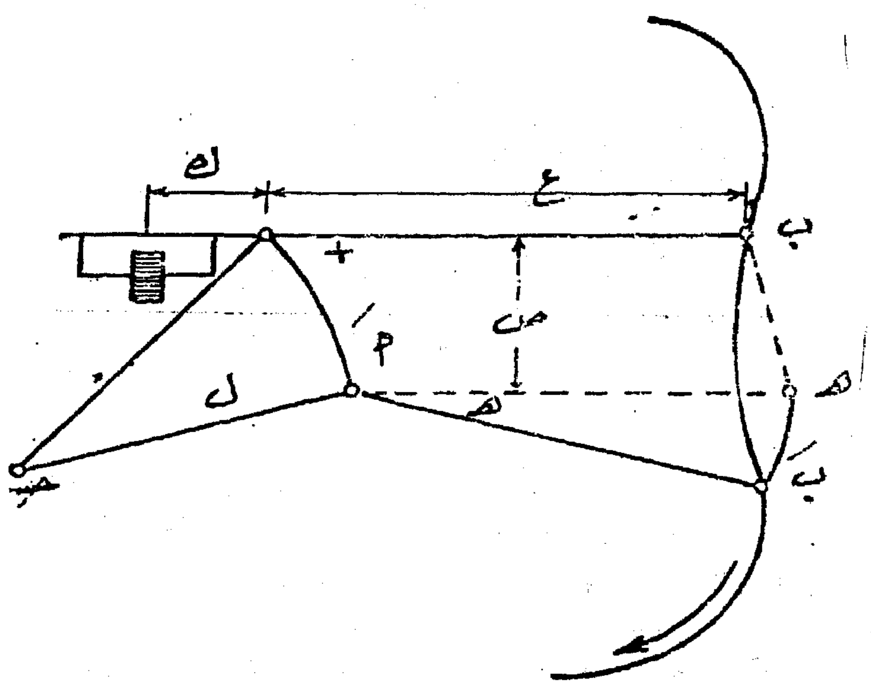
بفرض أن الراسم تحرك مساحة صغيرة كما فى الشكل (٦-١٣) فيمكن تحليل الحركة إلى:

(١) حركة الذراع أ ب موازيا لنفسه مسافة مقدارها ص.

(٢) حركة دوران الذراع بزاوية مقدارها هـ على ذلك فتكون:

المساحة مقطوعة = مساحة متوازى الأضلاع + مساحة المثلث

المساحة مقطوعة $=$ ع ص $+ \frac{١}{٢}$ ع^{٢}هـ



شكل (٦-١٣)

بالنسبة إلى عجلة القياس فنجد أنها فى أثناء الحركة الأولى دارات حول محوارها وقطعت المسافة س وأثناء دوران ذراع الراسم حول أ نجد أن دارت فى إتجاه عكسى قاطعة مسافة محيطها طولها = ـ وهـ وعلى ذلك فان الجزء الذى دار من العجلة هو :

ص ـ و هـ = د
ص = د + و هـ

المساحة المقطوعة = ع د + ع و هـ + $\frac{١}{٢}$ ع^{٢} هـ

= ع د +هـ (ع و + $\frac{١}{٢}$ ع^{٢})

فإذا تحرك الراسم على حدود الشكل كله فتكون المساحة الكلية هىالعبارة عن تكامل المسافة الجزئية المقطوعة ولكننا نلاحظ أنه عند تحريك الراسم حول الشكل كله إبتداء من نقطة ما والتقل خارج الشكل فى إتجاه عقرب الساعة مثلاً على أن تعود لنفس النقطة فتجد أن إشارة الزاوية هـ التى دارها ذراع الراسم بالزائد عند التحرك من أعلى إلى أسفل وبالناقص عند التحرك من أسفل إلى أعلى.
وعلى ذلك فان مجموع الزاوية (هـ) = صفر
وتكون مساحة الشكل = ع د

أى طول ذراع الراسم × طول المسافة التى دارها محيط العجلة فإذا كان نصف قطر العجلة = نق و يكون محيطها = ٢ ط نق
وإذا دارات العجلة عدد من الدورات فتكون المسافة المقطوعة د

د = ٢ ن ط نق

والمساحة المطلوبة هى: ع د= ٢ ع ن ط نق
= ن ك
حيث ك = ٢ ع ط نق

طريقة قراءة البلانيمتر

تتكون قراءة البلانيمتر من أربعة أرقام ـ فتقرأ ورنية العجلة الرأسية "هـ" رقم الآحاد بينما تقرأ العجلة الرأسية "ع" رقمى العشرات والمئات، أما فى القرص الأفقى "ق" فيقرأ رقم الالاف. وعلى ذلك تكون قراءة البلانيمتر الموجودة فى شكل (٦–١٣) كما يلى:

٣٠٠٠	على القرص الأفقى
٤٠٠	على عجلة القياس الرأسية

٠٠
٥ على ورنيه العجلة الرأسية
٣٤٠٥ وحدة بلانيمترية

ويلاحظ هنا أن قراءة القرص الأفقي يحددها مؤشر القرص المحصور بين ٣،٤ وقراءة العجلة الرأسية يحددها صفر الورنية المحصور بين ٤،٥ أما قراءة الورنية فتحدد برقم القسم الأكثر انطباقاً (على أقسام العجلة الرأسية) من جميع الأقسام العشرة للورنية وهو القسم الخامس.

خطوات استعمال البلانيمتر

لايجاد مساحة أى شكل باستعمال البلانيمتر نتبع الخطوات الأتية:

١- نحدد مقياس رسم الشكل المطلوب ايجاد مساحته ونعين طول ذراع الراسم المقابل من الجدول المرفق مع جهاز البلانيمتر. والجدول الأتى يعطى نموذجاً من جداول البلانيمتر.

مقياس الرسم ١:م	موضوع صفر الورنية على ذراع الراسم (ل) مم	العدد الثابت لوحدة الورنية بالنسبة لمقياس ١:١ (على الخريطة)	بالنسبة لمقياس الرسم ١:م (على الطبيعة)
١: ١٠٠٠	٢٠٠,٠٠	١٠ مم٢	١٠ م٢
١: ٥٠٠	١٦٠,٠٠	٨ مم٢	٢ م٢
١: ٢٥٠٠	١٢٨,١٠	٦,٤ مم٢	٤٠ م٢
١: ٢٠٠٠	١٠٠,١٠	٥ مم٢	٢٠ م٢
١: ٥٠٠٠	٨,١٠	٤ مم٢	١٠٠ م٢

٢- نفك مسمارى الربط للحركة السريعة والبطيئة ونحرك ذراع الراسم لكى ينزلق داخل الغلاف المعدنى حتى يقع صفر الورنية المتصلة بالغلاف على الطول المكتوب فى الجدول والمقابل لمقياس رسم الشكل.

٣- نربط مسمار الحركة السريعة م١ فقط ونحرك المسمار الخاص بالضبط الدقيق "م" لقراءة الورنية إلى أن نحصل على طول ذراع الراسم بالضبط بالاستعانة بالورنية ثم نربط مسمار الحركة البطيئة م٢ جيداً حتى لا يتغير

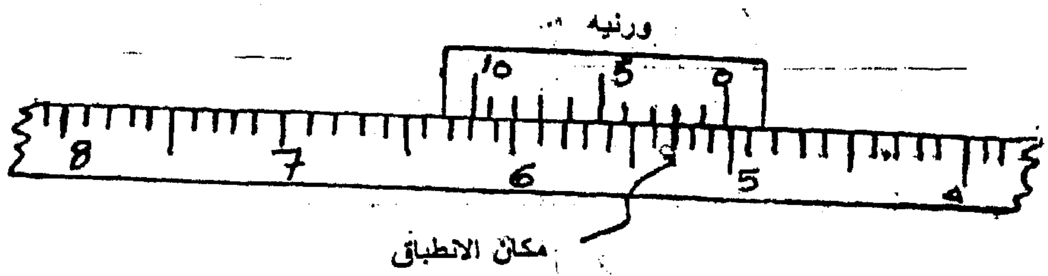
طول الذراع. فمثلا إذا كان الشكل المطلوب ايجاد مساحته مرسوم بمقياس رسم ١: ٢٠٠٠ وكان طول ذراع الراسم "ل" المقابل له من الجدول جهاز البلانيمتر هو ل = ١٠٠,١٠ مم يضبط كما هو موضح في شكل (٦-١٤) ويلاحظ انطباق ثاني من أقسام الورنية على قسم مقابل له على ذراع القياس ليحدد ٠,١مم

٤- اختبار أفضل موضع للثقل الاسطواني "ث" وهو وضع الثقل خارج حدود الشكل في وضع مناسب يمكن منه دوران ابرة الراسم حول محيط الشكل كله بدون أي عائق وبحيث لا تزيد الزاوية بين ذراعي البلانيمتر عن ١٥٠° ولا تقل عن ٣٠° أثناء الدوران حول الشكل ولتحقيق ذلك نضع الذراعين متعامدان على بعضهما بحيث يكون سن الراسم في مركز الشكل بالتقريب ثم نثبت الثقل الاسطواني فيكون ذلك هو أنسب مكان له (شكل ٦-١٥).

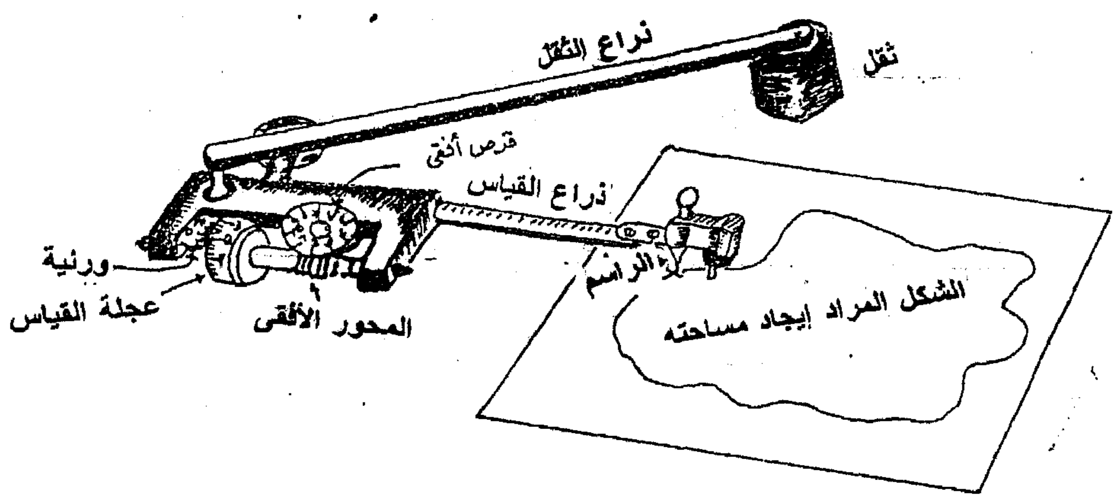
٥- نحدد نقطة بداية على محيط الشكل ونضع ابرة الراسم عليها ثم ندير العجلة الرأسية باليد حتى يقرأ مؤشر القرص الأفقي صفر وينطبق صفر الورنية على صفر العجلة الرأسية تماما مع التأكد من وجود ابرة الراسم على نقطة البداية فتكون القراءة الابتدائية للبلانيمتر في هذه الحالة تساوي صفرا. وإما أن ندون القراءة الموجودة كما هي ونعتبرها القراءة الأولى (٢٤٦٨).

٥- نمرر ابرة ذراع الراسم على محيط الشكل في اتجاه حركة عقربي الساعة بسرعة منتظمة حتى نعود إلى نقطة البداية مع مراعاة انطباق سن ابرة الراسم على محيط الشكل بالضبط ونقرأ القرص والعجلة الورنية ونسجل القراءة الثانية ولتكن (٤٨٧٠).

٧- تلف حول محيط الشكل ثلاث مرات على الأقل ونسجل قراءة البلانيمتر في نهاية كل دورة نطرحها من القراءة السابقة لها فنحصل على مساحة الشكل بالوحدات البلانيمترية مقاسة ثلاث مرات، فإذا كانت الفروق بسيطة تأخذ المتوسط بعد استبعاد الفروق الشاذة وترتب النتائج في جدول كالأتي:



شكل (٦-١٤)



شكل (٦-١٥)

قراءة البلانيمتر	الفرق بين كل قراءتين متتاليتين	متوسط الفروق
القراءة الأولى :٢٤٦٨	٢٤٠٣	
القراءة الثانية: ٤٨٧١	٤٨٧١ ×	$\frac{٢٤٠٥+٢٤٠٣}{٢}$
القراءة الثالثة: ٧٢٧٦	٢٤٠٥	٢٤٠٤ =
القراءة الرابعة: ٩٦٩٧		

مساحة الشكل = المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهاز

مساحة الشكل على الخريطة

= المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهازعلى الخريطة

= ٢٤٠٤×٥=١٢٠٢٠ مم^{٢}

مساحة الشكل على الطبيعة

= المساحة بالوحدات البلانيمترية × ثابت الجهازعلى الطبيعة

=٢٤٠٤× ٢٠ = ٤٨٠٨٠ متر ^{٢}

وفى حالة استعمال البلانيمتر فى ايجاد شكل مرسوم بمقياس رسم غير موجود بالجدول نختار أقرب مقياس رسم له من الجدول ونحسب المساحة على اساس مقياس الرسم الجديد ثم تحسب المساحة الحقيقية للشكل من القانون:

المساحة الحقيقية

$$= \text{المساحة المقاسة بالبلانيمتر} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}}\right)^{٢}$$

أمثلة محلولة على المساحات

مثال ١: أوجد مساحة المثلث الذى أضلاعه تساوى ١٨، ١٦، ١٢ متر

الحل:

$A = 18, \qquad B = 16, \qquad C = 12m$

$$S = \frac{a+b+c}{2} = \frac{18+16+12}{2} = 23$$

$A=\sqrt{S(S-A)(S-B)(S-C)}$

$A=\sqrt{23(23-18)(23-16)(23-12)}$

$=94.1\,m^2$

مثال٢: أوجد مساحة الشكل الذى إحداثيات رؤوسه

(5 , 0) , (5 , 3), (7 , 6) , (3 , 6), (1 , 3), (0 , 0)

الحل:

X	5	5	7	3	1	0
Y	0	3	6	6	3	0

$2A=\left[\frac{5}{0}\searrow\frac{5}{3}\searrow\frac{7}{6}\searrow\frac{3}{6}\searrow\frac{1}{3}\searrow\frac{0}{0}\searrow\frac{5}{0}\right]$

$=(15+30+42+9+0+0)-(0+21+18+6+0+0)$

$=96-45=51$

$\therefore A=25.5$

حل آخر:

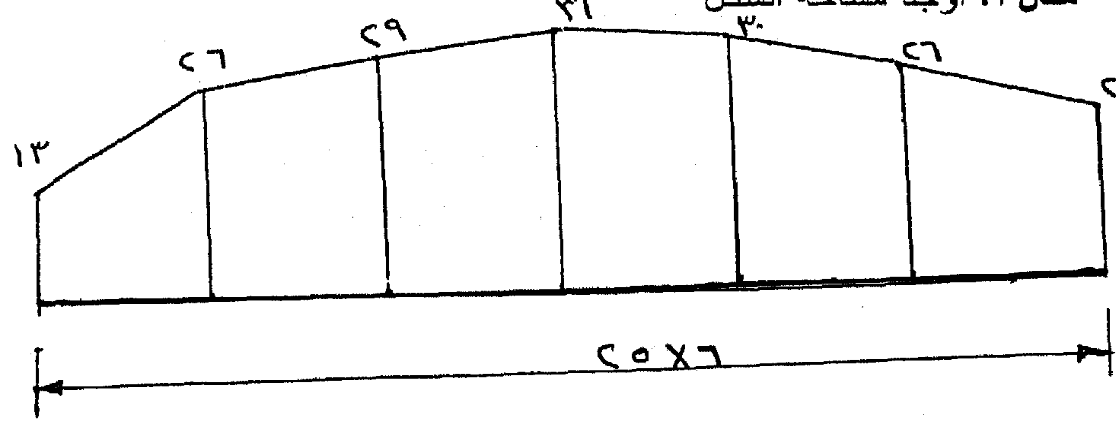
$2A=\sum Y_n\,(X_{n+1}-X_{n-1})$

$=0(5-0)+3(7-5)+6(3-5)+6(1-7)+3(0-3)+0(5-0)$

$=0+6-12-36-9=-51$

$\therefore A=25.5\,m^2$

مثال٣: أوجد مساحة الشكل



الحل: طريقة متوسط الإرتفاع

المساحة = ن س (مجموع الأعمدة / (ن + ١))

= ٦ × ٢٥ ((٢٠ + ٢٦ + ٣٠ + ٣١ + ٢٩ + ٢٦ + ١٣) / (٦ + ١))

= ٣٧٥٠ متر٢

طريقة أشباه المنحرفات

المساحة = س/٢ (العمود الأول – العمود الأخير + ضعف الأعمدة الباقية)

= ٢٥/٢ [٢٠ + ١٣ + ٢ (٢٦ + ٣٠ + ٣١ + ٢٩ + ٢٦)]

= ٣٩٦٢,٢٥ متر٢

طريقة سمسون

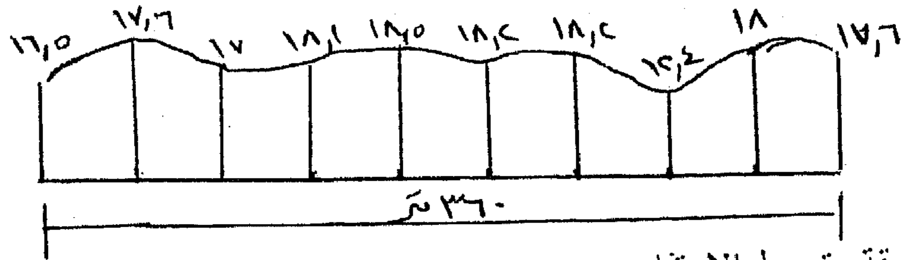
المساحة = س/٣ (العمود الأول + العمود الأخير + ضعف الأعمدة الفردية + أربعة أمثال الأعمدة الزوجية)

= ٢٥/٣ (٢٠ + ١٣ + ٢ (٢٩ + ٣٠) + ٤ (٢٦ + ٣١ + ٢٦)

= ٢٥/٣ (٣٣ + ١١٨ + ٣٣٢) = ٤٠٢٥ متر٢

مثال ٤ : قطعة أرض زراعية حافتها على طريق بخط مستقيم طوله ٣٦٠ متر والجهة الأخرى عبارة عن خط منحنى لإيجاد مساحتها قسمت الحافى المستقيمة إلى تسعة أقسام متساوية وأقيمت عند نقط التقسيم أعمدة إلى أن قابلت حدود الأرض فكانت أطوال أضلاع هذه الأعمدة ١٧,٦ ، ١٨ ، ١٢,٤ ، ١٨,٢ ، ١٨,٢ ، ١٨,٥ ، ١٨,١ ، ١٧ ، ١٧,٦ ، ١٦,٥ متراً. أوجد مساحتها بالثلاث طرق.

الحل:



الحل: طريقة متوسط الإرتفاع

المساحة = ن س (مجموع الأعمدة / ن + ١)

= ٣٦٠ (١٦,٥+١٧,٦+١٧+١٨,١+١٨,٥+١٨,٢ +١٢,٤+١٨+١٧,٦ / ٩ + ١)

= ٦١٩٥,٦ متر²

طريقة أشباه المنحرفات

المساحة = س/٢ (العمود الأول – العمود الأخير + ضعف الأعمدة الفردية)

= ٤٠/٢ [١٧,٦ + ١٦,٥ + ٢ (١٨ + ١٢,٤ + ١٨,٢ + ١٨,٢
+ ١٨,٥ + ١٨,١ + ١٧ + ١٧,٦)]

= ٦٢٠٠,٢ متر²

طريقة سمسون

يلاحظ أن عدد الأقسام فردى لذلك يفصل القسم الأول ويحسب على أنه شبه منحرف والباقى يحسب بتطبيق قاعدة سمسون

المساحة = [١٨ + ١٧,٦ / ٢ × ٤٠] + ٤٠/٣ [(١٨ + ١٦,٥) + ٢(١٨,٢
+ ١٨,٥ + ١٧) + ٤(١٢,٤ + ١٨,٢ + ١٨,١ + ١٧,٦)]

$$= ٧١٢ + \frac{٤٠}{٣}\left[٣٤,٥ + ١٠٧,٤ + ٢٦٥,٢\right]$$

$$= ٧١٢ + ٥٤٢٨ = ٦١٤٠ \text{ متر}^{٢}$$

مثال٥: أستعمل بلانيمتر فى إيجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠ ولكن مقياس الرسم هذا لم يكن بالجدول فوجدت المساحة على أساس مقياس ١: ٢٠٠٠ الموجود بالجدول فكانت ٤٠ فدان فما هى المساحة الحقيقية؟

الحل:

$$\frac{\text{المساحة الحقيقية}}{\text{المساحة الناتجة}} = \frac{(\text{مقياس الرسم المفروض})^{٢}}{(\text{مقياس الرسم الحقيقى})^{٢}}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة الناتجة} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}}\right)^{٢}$$

$$= ٤٠ \left(\frac{٢٥٠٠}{٢٠٠٠}\right)^{٢} = ٦٢,٥٠ \text{ فدان}$$

مثال٦: قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١: ٣٠٠٠ وكان الثابت الجهاز = ١ هكتار للدورة لمقياس ١: ٢٥٠٠ وبعد مرور البلانيمتر على حدود الشكل كانت القراءة الأولى صفر والأخيرة ٦,٤٦٨٠ دورة. ماهى المساحة الحقيقية للأرض بالفدادين.

الحل:

المساحة المقاسة = ٦,٤٦٨٠ × ١ = ٦,٤٦٨ هكتار

الهكتار = ٢,٣٩ فدان

المساحة المقاسة بالفدان =٦,٤٦٨٠× ٢,٣٩ = ١٥,٤٠٥٨ فدان

$$\text{المساحة الحقيقية} = ١٥,٤٠٥٨ \times \frac{٣٠٠٠^{٢}}{٢٥٠٠^{٢}}$$

$$= ١٥,٤٠٥٨ \times ١,٤٤ = ٢٢,٢٦٠ \text{ فدان}$$

مثال٧: أريد قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية ١: ٢٥٠٠ باستخدام جهاز البلانيمتر وجد في الجدول المرفق مقياس الرسم ١: ١٠٠٠ أن العدد الثابت = ٣٠ متر مربعا لكل وحدة ورنية. فإذا كانت قراءة الجهاز الأولى ١,٨١٢ وبعد المرور على حدود الشكل ٥ مرات وكانت القراءة الأخيرة للجهاز هي ٤,٩٧٨ ـ ما هي المساحة الفعلية للأرض بالفدان وكسوره.

الحل :

ن = عدد الدورات = $\frac{٤,٩٨٧ - ١,٨١٢}{٥}$

= $\frac{٣,١٧٥}{٥}$ = ٠,٦٣٥ = ٦٣٥ وحدة ورنية

المساحة المقاسة = ٦٣٥ × ٣٠ = ١٩٠٥٠ متر مربعا

المساحة المقاسة بالفدان = ١,٩٠٥ هكتار × ٢,٣٩

= ٤,٥٥٢٩ فدان

المساحة الحقيقية = المساحة المقاسة $\left(\frac{٢٥٠٠}{١٠٠٠}\right)^٢$

= ٤,٥٥٣٩ × ٦,٢٥ = ٢٨,٤٦٥ فدان

مثال ٨: أردت قياس مساحة قطعة أرض مبينة على خريطة زراعية باستخدام البلانيمتر ـ فوجد أن في الجدول المرفق أمام مقياس الرسم ١: ٢٠٠٠ أن العدد الثابت هو ٤٠م^٢ لكل وحدة ورنية وبعد ضبط طول الذراع المعطى بدأت القياس حيث كانت قراءة العجلة ١,٦١٨ وبعد المرور على حدود الشكل ثلاث مرات كانت القراءة الرابعة هي ٤,٨٤٠٠ ما هي المساحة الفعلية للأرض بالهكتار؟

الحل:

مقياس رسم الخريطة الزراعية هو ١: ٢٥٠٠

القراءة الأولى قبل البدء في العمل = ١,٦١٨

القراءة الرابعة بعد ٣ دورات = ٤,٨٤٠

الفرق = ٣,٢٢٢

وهي تمثل ٣ دورات حول الشكل

مساحة الشكل بالوحدات البلانيمترية = $\frac{٣,٢٢٢}{٣}$ = ١,٠٧٤

= ١٠٧٤ وحدة

المساحة بالأمتار المربعة = ١٠٧٤ × ٤٠ = ٤٢٩٦٠ م^{٢}

$\frac{\text{المساحة الفعلية}}{\text{المساحة المقاسة}} = \left(\frac{٢٥٠٠}{٢٠٠٠}\right)^{٢}$

المساحة الفعلية = ٤٢٩٦٠ × ١,٢٥^{٢}

= ٦٧١٣٥م^{٢}

= ٦,٧١٣٥ هكتار

مثال٩: فى المثال السابق اذا كان مقياس رسم الخريطة موجود بالجدول وكان العدد الثابت أمام هذا المقياس = ٤٠م^{٢} فأوجد النسبة بين طولى الذراع فى الحالتين.

الحل:

العدد الثابت على الخريطة = ٢ أ ط نق

حيث أن أ = طول الذراع، ط = النسبة التقريبية،

نق = نصف قطر العجلة

العدد الثابت المناظر فى الطبيعة

= العدد الثابت على الخريطة × مربع مقلوب مقياس الرسم.

وحيث أن الجهاز المستعمل لم يتغير فيكون نصف قطر العجلة متساوى فى الحالتين ونجد.

فى الحالة الأولى:

العدد الثابت = ٤٠م^{٢} = ٢ أ$_{١}$ ط نق × ٢٠٠٠^{٢}

فى الحالة الثانية:

العدد الثابت = ٤٠م^{٢} = ٢ أ$_{٢}$ ط نق × ٢٥٠٠^{٢}

∴ أ$_{١}$ × ٢٠٠٠^{٢} = أ$_{٢}$ × ٢٥٠٠^{٢}

∴ $\frac{أ_{١}}{أ_{٢}} = \frac{٢٥٠٠^{٢}}{٢٠٠٠^{٢}}$ = ١,٢٥^{٢} = ١,٦٢٥

أى أن طول الذراع لو أستعملنا مقياس الرسم ١: ٢٠٠٠ يساوى طول الذراع لو أستعملنا مقياس الرسم ١: ٢٥٠٠ مضروبا فى ١,٥٦٢٥ وذلك لو أردنا الأحتفاظ بنفس العدد الثابت وهو ٤٠م^{٢} لوحدة الورنية.

مثال ١٠: أستعمل بلانيمتر فى إيجاد مساحة قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠ وكن مقياس الرسم هذا لم يكن بالجدول فوجدت المساحة على أساس مقياس ١: ٢٠٠٠ الموجود بالجدول فكانت ٤٠ فدان فما هى المساحة الحقيقي؟

الحل:

$$\frac{(\text{المساحة الحقيقية})}{(\text{المساحةالناتجة})} = \frac{(\text{مقياس الرسم المفروض})^{٢}}{(\text{مقياس الرسم الحقيقى})^{٢}}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \text{المساحة الناتجة} \times \left(\frac{\text{مقياس الرسم المفروض}}{\text{مقياس الرسم الحقيقى}}\right)^{٢}$$

$$= ٤٠ \times \frac{\left(\frac{١}{٢٠٠٠}\right)^{٢}}{\left(\frac{١}{٢٥٠٠}\right)^{٢}} = ٦٢,٥٠ \text{ فدان}$$

مثال ١١: استخدم البلانيمتر فى ايجاد مساحة قطعة أرض على خريطة مرسومة بمقياس رسم ١: ٦٠٠ وضبط طول ذراع الراسم المقابل لأقرب مقياس رسم فى جدول البلانيمتر وهو ١: ٥٠٠ وكان ثابت الجهاز ٢ متر مربع على الطبيعة وكانت القراءة الأولى ٤٦٧٥، والقراءة الرابعة ٩٦٣٢ ـ فما هى المساحة على الطبيعة بالمتر المربع.

الحل:

$$\text{عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل} = \frac{\text{القراءة الأخيرة ـ القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات}}$$

$$= \frac{٩٦٦٧ - ٤٦٧٥}{٣} = ١٥٦٤ \text{ وحدة}$$

$$\text{المساحة المقاسة} = ١٥٦٤ \times ٢ = ٣١٢٨ \text{ متر}^{٢}$$

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{\text{المساحة المقاسة (مربع مقياس الرسم المستعمل)}}{\text{مربع مقياس الرسم الحقيقى}}$$

$$= \frac{٣١٢٨ \left(\frac{١}{٥٠٠}\right)^٢}{\left(\frac{١}{٦٠٠}\right)^٢}$$

$$= ٣١٢٨ \left(\frac{٦}{٥}\right)^٢ = ٤٥٠٤,٣٢ \text{ متر}^٢$$

مثال١٢: لايجاد المساحة الفعلية لقطعة الأرض تحسب أولا المساحة المقاسة بمقياس رسم ١: ١٠٠٠ تم تحسب المساحة المناظرة لمقياس الرسم ١: ١٢٠٠ القراءة الأولى قبل البدء فى العمل = ٣٩٢. القراءة السادسة أى بعد المرور ٥ مرات على حدود الشكل = ١٨٩٢

الحل:

عدد وحدات الورنية المناظر للشكل

$$= \frac{\text{القراءة الأخيرة - القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات}}$$

$$= \frac{١٨٩٢ - ٣٩٢}{٥} = \frac{١٥٠٠}{٥} = ٣٠٠ \text{ وحدة ورنية}$$

المساحة المناظرة على الطبيعة

= عدد وحدات الورنية المناظرة الشكل × ثابت الجهاز على الطبيعة.

المساحة المناظرة على الطبيعة

$= ٣٠٠ \times ٨ = ٢٤٠٠$ متر مربع

هذه المساحة صحيحة لو كانت الخريطة بمقياس الرسم ١: ١٠٠٠

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{\text{المساحة الناتجة (مربع مقياس الرسم المستعمل)}}{\text{(مربع مقياس الرسم الفعلى)}}$$

$$= ٢٤٠٠ \quad \left(\frac{١٢٠٠}{١٠٠٠}\right)^٢ = ٣٤٥٦\text{م}^٢$$

مثال ١٣: قطعة أرض مرسومة بمقياس ١: ٢٥٠٠ أستخدم البلانيمتر لايجاد مساحتها فضبط طول الذراع المقابل لهذا المقياس وكان ثابت الجهاز على الطبيعة ٥٠ متر مربع وكانت القراءة الأولى (٣٢٦٢) وبعد المرور على حدود الشكل الخارجية خمس مرات لوحظ أن عجلة الجهاز قد دارات دورة كاملة وكانت القراءة الأخيرة (١٢٦٢). أحسب المساحة بالمتر المربع.

الحل:

حيث أن بعد المرور على حدود الشكل خمس مرات لوحظ أن عجلة الجهاز قد دارت دورة كاملة ثم كنت القراءة ١٢٦٢ وحدة ورنية. ومن المعروف أن الدورة الكاملة لعجلة الجهاز تساوى ١٠٠٠٠ وحدة ورنية فتكون القراءة الأخيرة كاملة = ١١٢٦٢ وحدة ورنية

عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل

$$= \frac{\text{القراءة الأخيرة - القراءة الأولى}}{\text{عدد الدورات على حدود الشكل}}$$

$$= \frac{١١٢٦٢ - ٣٢٦٢}{٥}$$

= ١٦٠٠ ورنية

المساحة المناظرة على الطبيعة

= عدد وحدات الورنية المناظرة للشكل × ثابت الجهاز على الطبيعة

= ١٦٠٠×٥٠ = ٨٠٠٠٠ متر مربع

٦-٢ - تقسيم الأراضى

حساب المساحات لا يكفى فى معظم الأحوال بل يطلب من المهندس تقسيم هذه المساحات لتحقيق شروط معينة كما هو الحال مثلاً فى تقسيم الأرض بين الورثة أو توزيع أراضى الإصلاح أو المنازعات القضائية أو نزع الملكية وهكذا. والتقسيم لا يدخل مساحة الأرض فقط فى الأعتبار بل يجب حساب قيمتها أيضاً فى التقسيم. كما يجب مراعاة انتفاع كل قطع التقسيم بالمنافع العامة مثل الطرق أو الترع أو المصارف. ولا يمكن طبعاً أعطاء قاعدة للتقسيم لإختلاف أشكال ومساحات القطع وما لها من مرافق. وعموما يجب مراعاة النقاط الآتية:

١- إذا أشتملت الأرض على ترعة أو مصرف فتنقسم الأرض بحيث ينتفع بهما الشركاء جميعاً.

٢- إذا كانت الأرض واقعة على طريق فيجب أن يعطى لكل قسم نصيبه فى المرور فى الطريق مناسباً لمساحته.

توجد طريقتين لتقسيم المساحات وهما:

١- الطريقة الحسابية:

وفى هذه الطريقة تقاس الأبعاد الطبيعية اللازمة لإيجاد مسطح المنطقة المراد تقسيمها ثم يقسم المسطح الى أجزاء مناسبة لمقادير أنصبة المتقاسمين ثم تعين الإتجاهات المحددة لأنصبتهم على الأرض بواسطة علامات التحديد ثم يعمل كشف تفصيلى ببيان الحدود ومساحة كل قسم.

٢-الطريقة التخطيطية:

ترفع أولاً القطعة المراد تقسيمها ثم تقسم بالطرق الهندسية الى أجزاء مناسبة لمقادير أنصبة المتقاسمين. ثم تعين الأتجاه المحدد للأنصبة على الأرض مطابقة للخريطة بنسبة مقياس الرسم وتوضع فى الحدود علامات ثابتة.

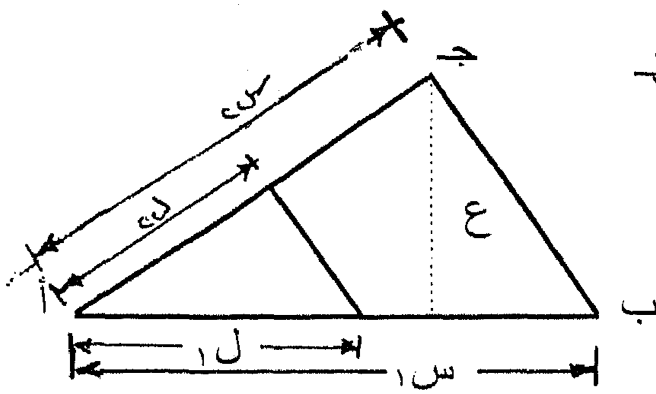
وحيث أن لا يمكن حصر حالات تقسيم الأراضى إذ أن كل حالة منها مسألة خاصة. لذا سنكتفى هنا بتوضيح بعض الأمثلة التى تعطى فكرة كيف يمكنه التصرف فى مثل هذه الأحوال، وعليه وحده أن يختار الطريقة السليمة.

١- تقسيم قطعة الأرض المثلثة الشكل:

مثال ١:

قطعة أرض محصورة بين طريقين زراعيين يتقابلان فى نقطة. المطلوب تحديد قطعة منها مساحتها م١ بواسطة خط يوازى اتجاه ميل الأرض (جـ ب).

الحل: نوقع الأتجاه المطلوب جـ ب ونمد الخطان أب ، أ جـ. نقيس طول قاعدة المثلث الكبير (أ ب) ولتكن = س وأرتفاعه ويساوى ع ومساحته = م.



$$\frac{م}{م_1} = \frac{ل_1^2}{س_1^2} = \frac{ل_2^2}{س_2^2}$$

$$م = \frac{س_1 ع}{2}$$

$$ل_1 = س_1 \sqrt{\frac{م_1}{م}} = س_1 \sqrt{\frac{2 م_1}{س_1 ع}}$$

$$ل_2 = س_2 \sqrt{\frac{م_1}{م}} = س_2 \sqrt{\frac{2 م_1}{س_1 ع}}$$

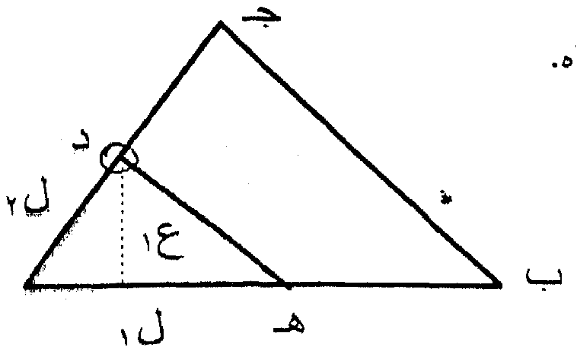
من نقطة أ نقيس المسافتين ل١ ، ل٢ فنحصل على خط التقسيم المطلوب.

مثال ٢: قطعة أرض على شكل مثلث أ ب جـ. يوجد فى نقطة د على الضلع أ جـ بئر مياه، يراد تقسيم الأرض الى جزئين مساحة أحدهما أ هـ د = م.

على أن تستفيد كلتا القطعتين من بئر المياه.

الحل:

∴ يجب أن يمر خط التقسيم بنقطة د

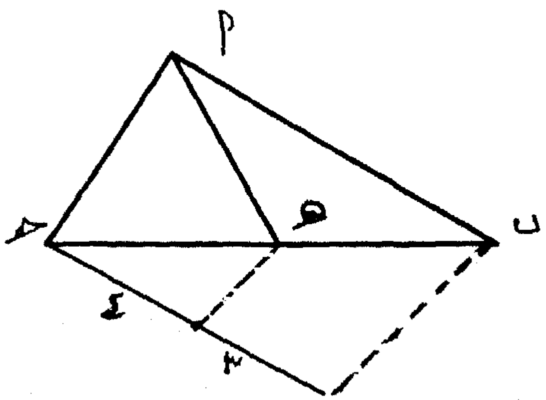


نسقط من د عمودا على أ ب ونقيس طوله وليكن ع١ فيكون طول ل١ كالآتى مباشرة: ل١ = $\frac{٢م}{ع١}$

وهناك حل آخر فى المثلث أ د هـ باعتبار أ د قاعدة يمكن قياس طولها وليكن ل٢. طول إرتفاع المثلث ع٢ يحسب كالآتى: ع٢ = $\frac{٢م}{ل٢}$

ثم نقيم عمود على أ جـ من أى نقطة فيه عمودا طول يساوى ع٢. على هذه المسافة نوقع خطا يوازى الخط أ جـ ليقطع أ ب فى نقطة هـ فنحصل على خط التقسيم.

مثال٣: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب جـ توجد عند الرأس أ مضخة رى والمطلوب تقسيم قطعة الأرض بنسبة ٣ : ٤ بحيث يستفاد من مضخة الرى كلا القطعتين.

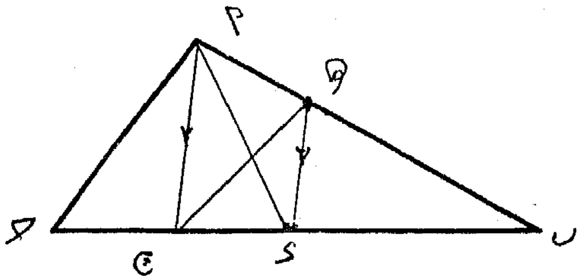


الحل:

نقسم الضلع ب جـ بنسبة ٣ : ٤ وذلك بعمل خط عمل مساعد من نقطة جـ كما هو موضح بالشكل حيث نقطة هـ هى نقطة التقسيم والخط أ هـ هو خط التقسيم المطلوب.

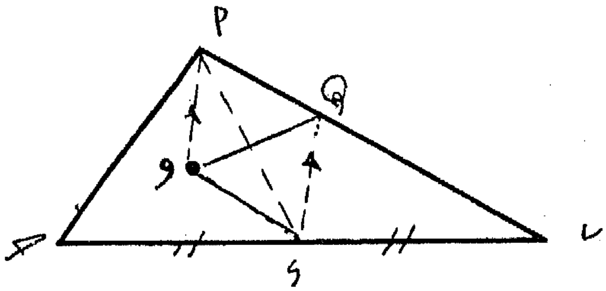
مثال ٤: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب جـ المطلوب تقسيمها قسميين متساويين بحيث يمكن ريهما من فم ترعة تقع على الخط أ ب فى نقطة هـ كما هو موضح بالشكل.

الحل:



ننصف ب جـ فى نقطة د ونصل أ د ، هـ د ومن نقطة أ نرسم خطا مستقيماً أ ن يوازى هـ د ثم نصل هـ ن فيكون هو خط التقسيم المطلوب.

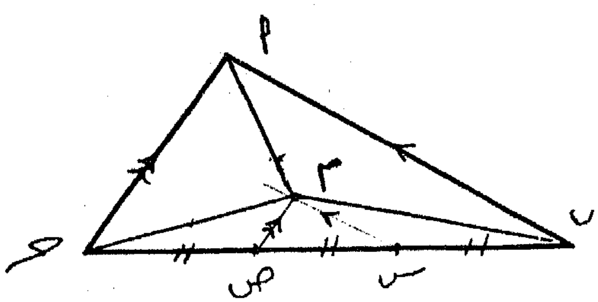
مثال٥: قطعة أرض مثلثة الشكل أ ب جـ يقع داخلها بئر مياه جوفية عند نقطة و كما بالشكل والمطلوب تقسيمها إلى قسمين متساويين بحيث تستفيد كل حيازة من هذا البئر.



الحل:

ينصف الضلع ب جـ فى نقطة د ثم نصل نقطة و برأس المثلث أ ونرسم من د مستقيم د هـ يوازى أ و ويقطع أ ب فى هـ نصل هـ و ، ود فيكونا هما حدى التقسيم المطلوب.

مثال ٦: قطعة أرض مثلثة أ ب جـ يقع كل ضلع فيها على طريق عمومى يراد تقسيمها إلى ثلاث أقسام متساوية بحيث تطل كل قطعة على إحدى الطرق.

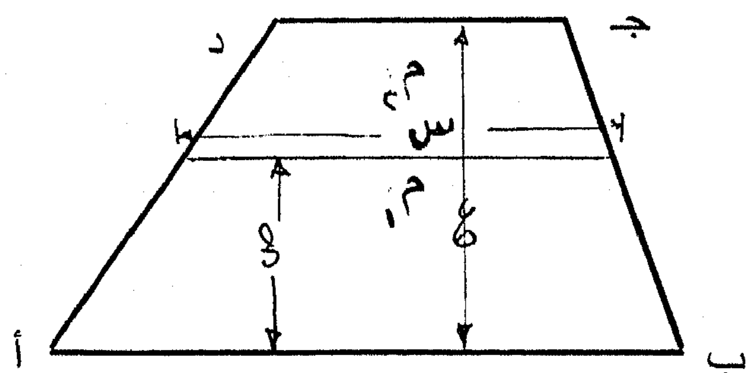


الحل:

يقسم الضلع ب جـ إلى ثلاث أقسام متساوية بتوقيع النقطتين س ، ص ثم نرسم من س مستقيم يوازى ب أ ومن ص نرسم مستقيم يوازى جـ أ فيتقابلان فى نقطة م نصل م أ ، م ب ، م جـ فيكونان المثلثات أ ب م ، ب جـ م ، جـ أ م المتساويين فى المساحة.

٢- تقسيم شبه المنحرف:

مثال٧: أ ب جـ د قطعة أرض على شكل شبه منحرف.فيها إتجاه الصرف أب. المطلوب تقسيمها الى قسمين مساحتيهما م١ ، م٢ .



الحل: لتصرف كل من القطعتين بالراحة وبدون التأثير على القطعة الثانية يجب أن يكون خط التقسيم موازيا للخط أ ب.

فى كثير من الأحوال المماثلة يمكن الحل بطريقة المحاولة. أى باختيار وضع تقريبى لخط التقسيم., ثم حساب المساحتين وتعديل الخط إن لزم الأمر. كما يمكن حل المسألة رياضيا كالآتى:

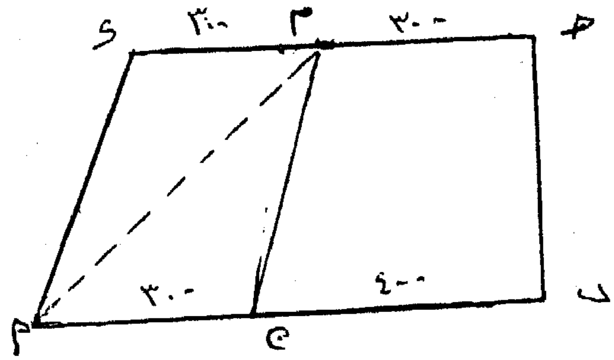
لتحديد خط التقسيم يلزمنا معرفة طوله وليكن س وبعده عن الخط أب وليكن ص فالمساحة.

$$م_١ = \frac{أب + س}{٢} . ص$$

$$م_٢ = \frac{جـ د + س}{٢} (ع - ص)$$

أب ، جـ د طولهما معروف وإرتفاع شبه المنحرف يمكن قياسه. فيمكن حل المعادلتين للحصول على المجهولين س ، ص.

مثال ٨: قطعة أرض على هيئة شبه منحرف أ ب جـ د فيه ب جـ عمودى على ب أ ، أ ب = ٨٠٠ متر ، ب جـ = ٤٠٠ متر ، جـ د = ٦٠٠ متر يراد تقسيمها إلى قطعتان بحيث تكون إحدهما ١٣ هكتار وتحتوى على الوجهتان د أ ، م د حيث م منتصف الضلع جـ د.



الحل:

$$\text{المساحة الكلية} = \frac{٨٠٠ + ٦٠٠}{٢} \times ٤٠٠ = ٢٨٠٠٠٠ \text{م}^٢$$

= ٢٨ هكتار

نفرض نقطة ن على أ ب بحيث تكون المساحة م د أ ن = ١٣ هكتار

مساحة المثلث م د أ = $\frac{١}{٢}$ (٣٠٠ × ٤٠٠) = ٦٠٠٠٠ م^٢ = ٦ هكتار

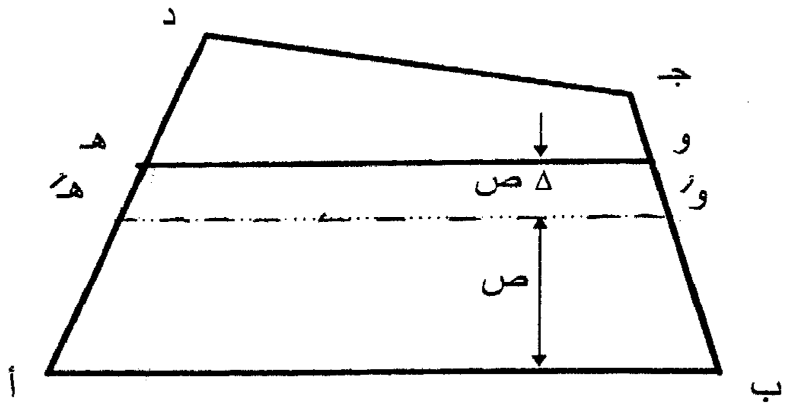
مساحة المثلث م ن أ = $\frac{١}{٢}$ (ن أ × ٤٠٠) = ٧٠٠٠٠ م^٢

∴ ن أ = ٣٥٠ م

٣- تقسيم أى شكل منتظم:

مثال ٩:

أ ب جـ د قطعة أرض رباعية. المطلوب تقسيمها بنفس الشروط السابقة.



الحل: أفضل حل هنا هو طريقة المحاولة كالآتى:
على الرسم يمكننا تحديد وضع خط التقسيم التقريبى هـَ و على مسافة ص من أب أو حسابياً تقريباً ص = $\frac{م_{1}}{\ }$ علــى أعتبــار أن أب و هــَ عبــارة عــن مستطيل تقريباً. نوقع الخط وَ هـَأبعلى مسافة ص ثم نقيس طوله وليكن س.

فتكون مساحة القطعة أ ب وَ هـَ = $\frac{أب + س}{٢}$ ص $= م'$

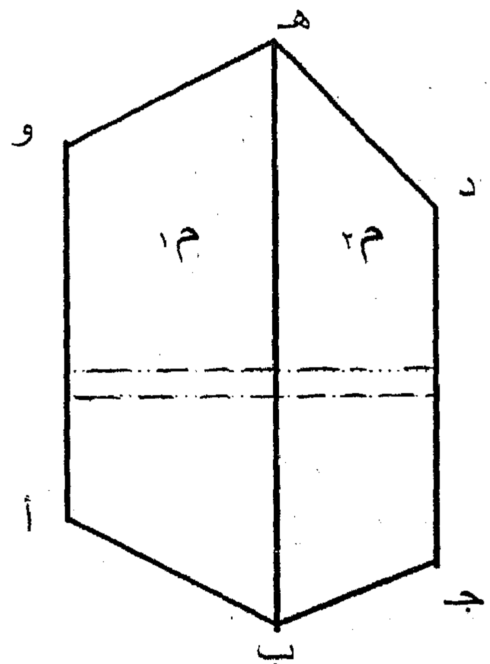
فى هذه الحالة يجب إزاحة الخط وَ هـَ بمسافة = Δ ص

$$\Delta ص = \frac{م - م'}{س'}$$

نوقع الخط الجديد و هـ ومن الجائز أن نحتاج لتكرار العملية.

مثال ١٠:

أ ب جـ د هـ وقطعة أرض بناء. أ و واجهة واقعة على الشارع. يـراد تقسيم الأرض الى جزئين متساويين علماً بأن سعر المتر فى القطعة أ ب هـ و = $جـ_{١}$ وسعر المتر فى القطعة ب جـ د هـ = $جـ_{٢}$.



الحل: فى هذه الحالة لا تقسم المساحة بل نقسم القيمة على أساس أن كلتا القطعتين بعد التقسيم يتمتعان بواجهة على الشارع.

∴ خط التقسيم يجب أن يكون عموديا على الأتجاه أ و. هنا أيضاً تصلح طريقة المحاولة. قيمة القطعة أ ب جـ و= م١ جـ١ = ق١

قيمة القطعة ب جـ د هـ قيمة القطعة أ ب هـ = م٢ . جـ٢ = ق٢

وقيمة الأرض = ق١ + ق٢

قيمة القطعة الواحدة بعد التقسيم = $\frac{ق_1 + ق_2}{2}$

ثم يستمر العمل كالمثال السابق تماماً. مع إحلال القيمة محل المساحة.

تمارين على الباب السادس

١- قطعة أرض مثلثية الشكل أطوال أضلاعها ٤٦,٥٣ ، ٦٣,١٢ ، ٣٥,٨١ عين مساحتها.

٢- أوجد مساحة الشكل الذى إحداثيات رؤوسه

(5 , 3) , (5 , 0), (7 , 6) , (3 , 6), (1 , 3)

٣- أوجد مساحة الشكل الذى إحداثيات رؤوسه

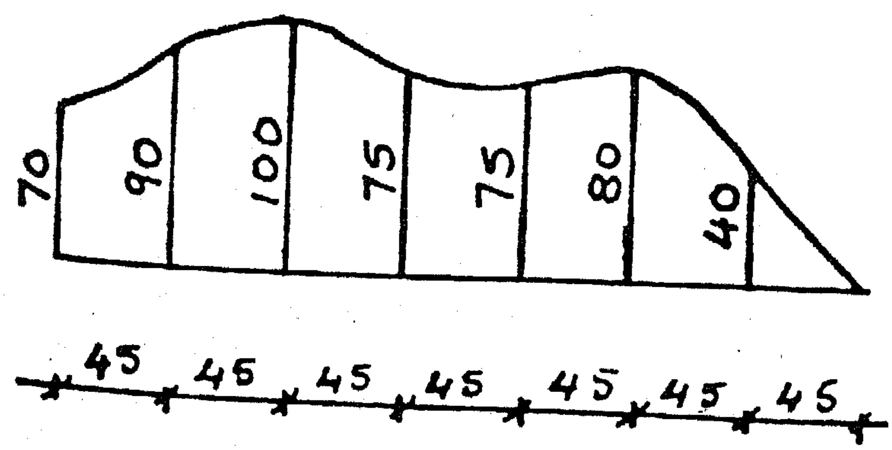
(-4 , 0), (0 , 5), (4 , 3), (2 , 0), (0 , -2)

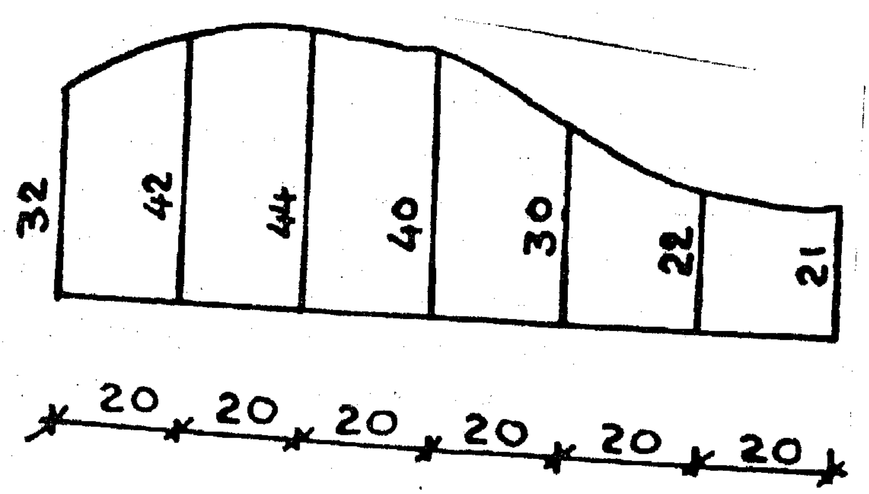
٤- مضلع إحداثيات رؤوسه هى:

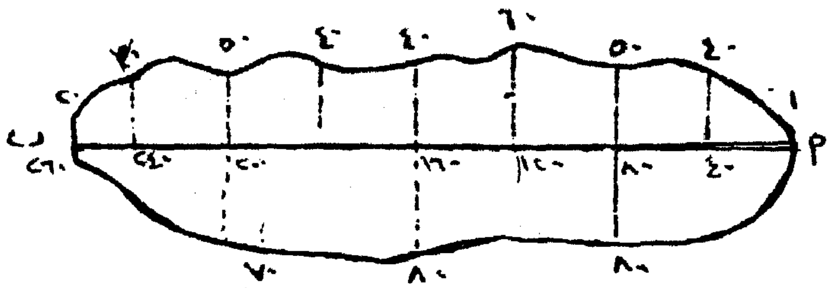
النقطة	١	٢	٣	٤	٥	٦
س	صفر	٢١,٦١	١٢,٣٤	١٦,١٣	٢٦,٦٨	١١,٠٧
ص	صفر	٢٥,٣٢	٥٤,٣٢	٨٢,٨٤	٤٩,٦٢	١٠,٤٨

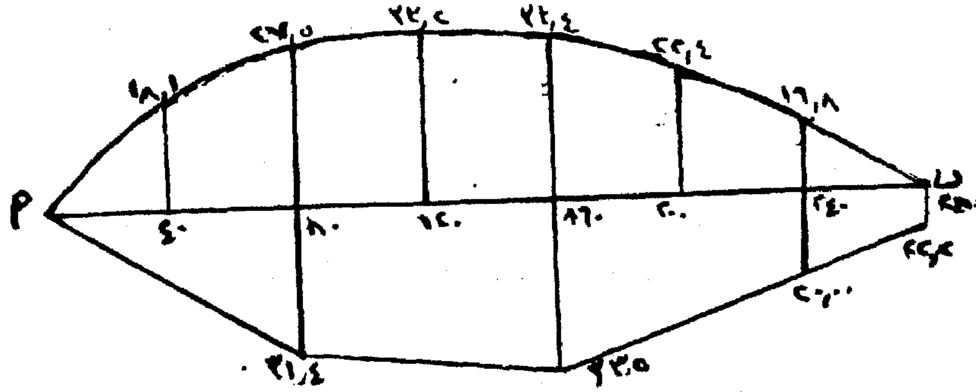
عين المساحة المحصورة داخل المضلع بثلاث طرق.

٥- احسب المساحات الموضح بالشكل بالطرق المختلفة.









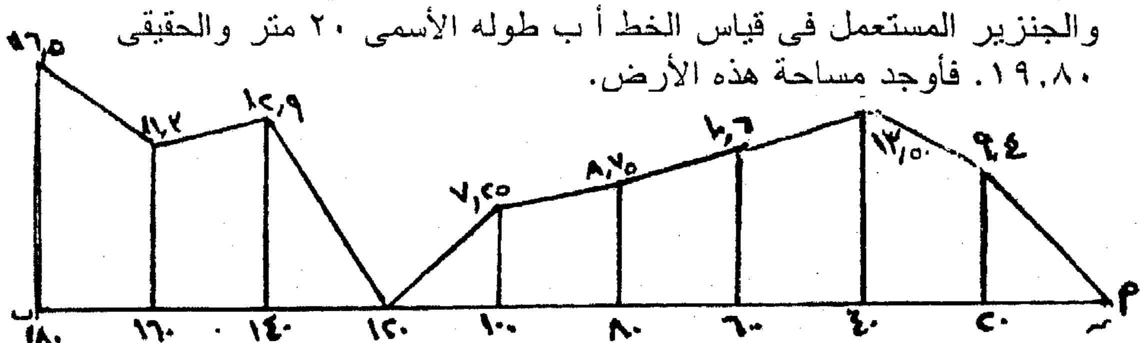
٦- قطعة أرض لها ثلاثة حدود مستقيمة أ ب، ب جـ، جـ د أما الحد الرابع فهو متعرج، أ ب = ٤٢٢ مترا، جـ د = ٤٥٦ مترا، أ د = ٧٩٨ مترا، أ جـ = ٨٤٢ مترا والاحداثيات العمودية علـى أ د إلـى الخـارج للحـد المتعرج هى صفر ١٢، ٤ ، ١٩، صفر عند المسافات صفر، ١٥٠، ٣٣٠، ٤٣٤، ٧٩٨ مترا من النقطة أ، أحسب مساحة هذه القطعة.

٧- قطعة أرض لأحد الملاك تحدها ترعة على شكل خط مستقيم بطول ٤٠٠ متر من ناحية ومن الناحية المقابلة يحدها خطوط مستقيمة منكسرة قسمت طول الترعة إلى ١٠ أقسام متساوية وأقمت عليها أعمدة عند نقط التقسيم حيث كان أطوالها: ٢٥ - ٢٨ - ٣٢ - ٢٤ - ١٩ - ٢٢ - ٣١ - ٣٣ - ٢٨ - ٢٣ - ١٨ متر. احسب مساحة الأرض بالأمتار.

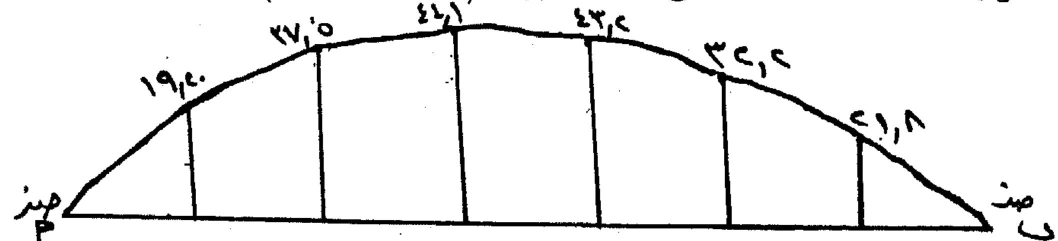
٨- قطعة أرض ينطبق حداها أ جـ ، ب جـ على ضلعى المثلث أ ب جـ والحد الثالث منحنى هذه القطعة مرسومة على خريطة بمقياس رسم ١ : ٥٠٠ وأبعادها على الخريطة كما فى الشكل. فإذا علم أن الجنزير الذى استعمل فى قياس أطوال المضلع ناقصا عقلـه مع استعمال الشريط فى تحشية الحد المنحنى فقط فاحسب مساحتها بالطبيعة إلى أقرب متر مربع صحيح مستعملاً قانون سمبسون للحد المنحنى.

٩- أوجد مساحة الشكل مستعملاً الطريقة المناسبة مع السبب. أجزاء أ ب متساوية من الجهتين.
أ ب = ١٦٠ متر.

١٠- رفعت قطعة أرض بالنسبة لخط الجنزير (أ ب) وكانت حدود الأرض فى دفتر الغيط كما هو مبين بالشكل التالى. وإذا كان الشريط المستعمل فى تحشية هذا الخط كان طوله الأسمى ٢٠ متر والحقيقى ٢٠,١٠ متر. والجنزير المستعمل فى قياس الخط أ ب طوله الأسمى ٢٠ متر والحقيقى ١٩,٨٠. فأوجد مساحة هذه الأرض.



١١- أوجد مساحة الشكل التالى بأدق الطرق (الابعاد بالامتار).



١٢- قطعة أرض لها ثلاث حدود مستقيمة أ ب، ب جـ ، جـ د، أما الحد الرابع فهو متعرج أ ب = ٤٢٢ متر، ب جـ = ٦٤٠ متر، جـ د = ٤٥٦ متر، أ د = ٧٩٨ متر، أ جـ = ٨٤٢ متر والاحداثيات العمودية على أ د إلى الخارج للحد المتعرج هى صفر، ١٢، ٤ ، ١٩، صفر عند المسافات صفر ، ١٥ ، ٣٣ ، ٤٣٤ ، ٧٩٨ متراً من النقطة أ. احسب مساحة هذه القطعة بالفدان.

١٣- قطعة أرض محدودة على خريطة زراعية أريد قياس مساحتها بواسطة البلانيمتر وجد فى الجدول المرفق للجهاز لمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ أن العدد الثابت = ٤٠ متر^2 لوحدة الورانية وبعد ضبط طول الذراع المعطى بدأت القياس وكانت قراءة البلانيمتر الأولى ٥٦٧, دورة وبعد

المرور على حدود الشكل خمسة مرات كانت القراءة الأخيرة ٥,٠٣٢ دورة – فما هى المساحة الفعلية للأرض.

١٤– قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١ : ١٣٠٠ أريد قياس مساحتها باستعمال البلانيمتر فى الجدول المرفق لمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ كان العدد الثابت للجهاز = ١٠ م^{٢} لوحدة ورنية وكان طول الذراع المعطى هو ٣٢٧,٢ مم وبعد ضبط هذا الطول بدأت القياس وكانت قراءة الجهاز الأولى هى: ٤٣٢, دورة وبعد المرور على حدود الشكل ٤ مرات كانت القراءة النهائية ٣,٣٤٥ دورة فما هى المساحة الفعلية لهذه الأرض بالفدان.

١٥– بعد قياس قطعة الأرض فى المسألة السابقة أردت اختبار هذا الجهاز وذلك على الخريطة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ وذلك بتمرير البلانيمتر على حدود الشكل خمسة مرات. فإذا أكانت القراءة الأولى ٢٣٤, والقراءة الأخيرة ١,٩٩٠ دورة – احسب طول الذراع المصحح. ثم أوجد مساحة قطعة الأرض فى السؤال السابق (الحقيقية).

١٦– أستعملت بلانيمتر عدده الثابت ك = ١٠م^{٢} لوحدة الورنية لمقياس رسم ١: ١٠٠٠ وكان طول الذراع المعطى أ = ٣٢٧,٢ مم. بعد ضبط هذا الطول أردت إختبار هذا الجهاز فقست مساحة مثلث طول قاعدته ٥سم وأرتفاعه ٨ سم على خريطة مقياس رسمها ١: ١٠٠٠ وذلك بتمرير البلانيمتر على حدود المثلث خمسة مرات فكانت القراءات كالأتى: ٠٤٤٥ ، ٠٦٣٤ ، ٠٨٠٤، ١٠٣٧، ١٢٣٣ ، ١٤٢٩. أحسب الطول المصحح للذراع. واذا فرض أنك لم تصحح هذا الطول وقسمت مساحة شكل مقياس رسمه ١: ١٢٥٠ فكان متوسط فرق القراءات ١٣٤٥ وحدة ماهى المساحة الحقيقية للأرض.

١٧– قطعة أرض مرسومة بمقياس رسم ١: ٣٠٠٠ وكان العدد الثابت = ١ هكتار لمقياس ١: ٢٥٠٠ وبعد مرور البلانيمتر على حدود الشكل كانت القراءة الأولى صفر وألخيرة ٦,٤٦٨٠ دورة. ما هى المساحة الحقيقية للأرض بالفدادين.

١٨– أريد قياس مساحة قطعة أرض مبنية على خريطة زراعية ١: ٢٥٠٠ باستخدام جهاز البلانيمتر وجد فى الجدول المرفق لمقياس الرسم ١: ١٠٠٠ أن العدد الثابت = ٣٠ مترا مربعا لكل وحدة ورنية. فإذا كانت قراءة الجهاز الأولى ١,٨١٢ وبعد المرور على حدود الشكل ٥ مرات

كانت القراءة الأخيرة للجهاز هى ٤,٨٧ ـ ما هى المساحة الفعلية للأرض بالفدان أو كسره.

١٩- قيست مساحة شكل مرسوم بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠ باستخدام البلانيمتر وكان العدد الثابت لوحدة الورنية ٥مم٢، وكانت القراءة الابتدائية ٨٣٤ وبعد المرور على محيط الشكل أربع مرات أصبحت القراءة ٦٤٨٧ ـ ما هى مساحة الشكل.

٢٠- قمت بقياس مساحة شكل غير منتظم بواسطة البلانيمتر مرسوم بمقياس رسم ١ : ١٤٠٠ فكان طول الذراع الراسم ١٤,٧٩٥سم المقابل لمقياس رسم (١ : ١٥٠٠) وهو أقرب مقياس رسم للمقياس المرسومة به الخريطة.

وقمت بقراءة القراءة الأولى قبيل دوران الراسم فكانت ٥٦٧٤ وكانت القراءة الثانية بعد الدوران ثلاث مرات حول حدود الشكل ٩٩٦٣ – ما هى المساحة الخاصة بهذا الشكل الغير منتظم على الطبيعة إذا كانت وحدة الورنية هى ٤٠ متر مربع.

٢١- مثلث أ ب جـ مساحته ٤ هكتار فيه الضلع ب جـ = ٢٠٠ مترا والنسبة بين الحدين أ ب إلى أ جـ كنسبة ٢ : ٣ أوجد أطوال حدود القطعة وكذلك زواياها.

٢٢- قطعة أرض مثلثية الشكل أ ب جـ - أ ب = ١٢٠ مترا ويراد اقتطاع القطعة المثلثة أ د هـ (د على أ جـ، هـ على أ ب، حيث أ ب بحيث أ د = ١٥٠ مترا) بحيث تكون مساحتها $\frac{١}{٤}$ المساحة الكلية عين نقطة التقسيم هـ عن النقطة ب.

٢٣- نفق مقطعه عبارة عن مستطيل يعلوه قطعة دائرية فإذا كان إرتفاع المستطيل ٥ أمتار وعرضه ١٢ مترا وأقصى إرتفاع للنفق ٧,٢٠ مترا فعين مساحة مقطعه لأقرب متر مربع.

٢٤- الحدان جـ أ ، جـ ب لقطعة أرض إنحرافهما الدائرى هو ٢١٠° ، ٣٣٠° على الترتيب ويراد استقطاع مساحة قدرها ٦٠٠٠ متر مربع بخط موازياً لاتجاه الشمال ـ أوجد طريقة طول الحد على ب جـ وهو يساوى الحد على أ جـ.

٢٥- قطعة أرض على هيئة شكل رباعى أ ب جـ د فيه أ ب = ١٠٠، ب جـ = ٦٠، جـ د = ١٤٠، د أ = ١٢٠ والزاوية أ = الزاوية جـ. عين مساحتها إلى أقرب متر مربع.

٢٦- أ ب جـ قطعة مثلثية قائمة الزاوية فى ب، أ ب = ٤٠٠م ، ب جـ = ٣٠٠م ويراد تقسيم القطعة إلى قسمين متساويين بحيث يوازى خط التقسيم د هـ الحد جـ أ وينتهى عند حد التفسيم د هـ أوجد كل الأبعاد اللازمة للتقسيم.

٢٧- أ ب جـ مثلث فيه هـ على أ ب أن أ هـ = ٣٠٠ متر، هـ ب = ٦٠٠ م فإذا أسقط العمودان هـ د، ب جـ على الترتيب وكان مجموع العمودان هـ د ، هت و هو ٥٤٠ والزاوية جـ فى المثلث هى ١٢٠° عين مساحة المثلث والشكل الرباعى جـ د هـ و.

٢٨- قطعة أرض مربعة الشكل أ ب جـ د يراد قياسها وتعيين مساحتها فأخذت نقطة هـ على ب جـ و نقطة و على جـ د وقيست الأبعاد أ هـ = ٢٠٠ متر، هـ و = ١٥٠ متر، أو = ٢٥٠ متر ـ فما هو طول ضلع المربع.

الباب السابع

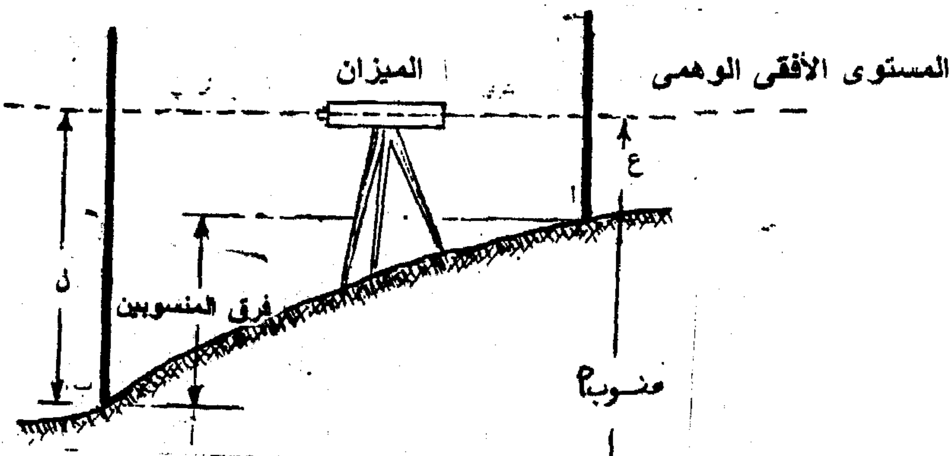
قياس المناسيب

الباب السابع

قياس المناسيب

٧-١- مقدمة

قياس المناسيب أو ما يطلق عليها الميزانية من العمليات المساحية الأساسية لكل المشروعات الهندسية ومعظم المشروعات الزراعية إذ نحتاج إليها فى أغراض كثيرة مثل إنشاء الطرق والترع والمصارف وتسوية الأراضي وإنشاء خطوط أنابيب المياه وخلافه. والغرض من الميزانية هو إيجاد الأبعاد الرأسية بين النقط المختلفة عن سطح الأرض، ثم مقارنة إرتفاعات أو إنخفاضات هذه النقط عن مستوى ثابت يسمى بمستوى المقارنة Datum أو مستوى الصفر وهو المستوى المعروف بمستوى متوسط منسوب سطح البحر Mean Sea Level (M.S.L) ولإيجاد هذا السطح يقاس إرتفاع سطح البحر عدة مرات يوميا لمدة طويلة من الزمن تصل إلى عدة سنوات ثم يؤخذ المتوسط. ويعتبر مستوى سطح المياه فى البحر المتوسط داخل ميناء الأسكندرية هو مستوى المقارنة المستخدم فى مصر. ويعرف البعد الرأسى بين أى نقطة وبين مستوى المقارنة بمنسوب هذه النقطة ويكون موجباً إذا كانت النقطة فوق مستوى سطح المقارنة وسالباً إذا كانت النقطة تحت مستوى سطح المقارنة كما يوضح شكل (٧-١).



شكل (٧-١)

ونظرية الميزانية تعتمد على إستخدام الميزان كمستوى أفقى وهمى ثم قياس البعد الرأسى بين هذا المستوى وبين كل من النقطة (أ) والنقطة (ب) فيكون الفرق بين البعدين يساوى الفرق بين منسوبين أ ، ب كما يوضح شكل (٧-١).

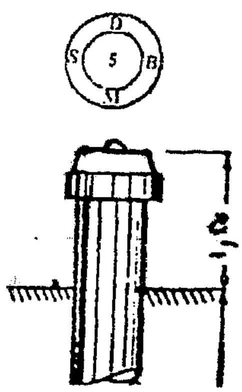
لإيجاد منسوب أى نقطة يجب أن نبدأ بمستوى المقارنة وهو سطح البحر وغالباً ما يتعذر ذلك، وتسهيلا لذلك فقد قامت مصلحة المساحة بتثبيت نقط فى الطبيعة وعينت مناسيبها ووضعت على كل نقطة علامة تميزها وعرفت أى نقطة من هذه النقط الثابتة بعلامة الميزانية Bench Mark والتى تعرف كذلك بالروبير وهناك نوعين من الروبير:

أ- روبير الحائط:

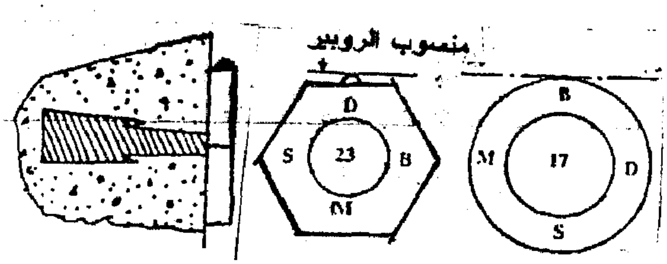
حيث يثبت فى حوائط المبانى فى المدن بشرط التأكد من مضى فترة طويلة عن إنشائها لضمان عدم هبوطها فى التربة. ويختلف شكل الروبير الحائطى حسب دقة الميزانية المستخدمة عند تعيين منسوبه فإما يكون على شكل إسطوانة ويعرف بروبير الدرجة الثانية وفيه تكون الدقة بالسنتيمترات. أو يكون الروبير على شكل مسدس وفى أعلاه نصف كرة ويعرف بروبير الدرجة الأولى وفيه تكون الدقة بالملليمتر (شكل ٧-٢أ).

ب- روبير الأرض:

وهو عبارة عن ماسورة من الحديد قطرها ٦سم ومثبتة فى الأرض بواسطة بريمة والجزء البارز منها فوق سطح الأرض طوله ٢٥ سم وأعلى نقطة هى المعلوم منسوبها (شكل ٧-٢ب). وجميع هذه الروبيرات معطاه فى كتيبات خاصة تصدرها مصلحة المساحة مبيناً رقمه ومنسوبه وموقعه.



(ب) الروبير الأرضى



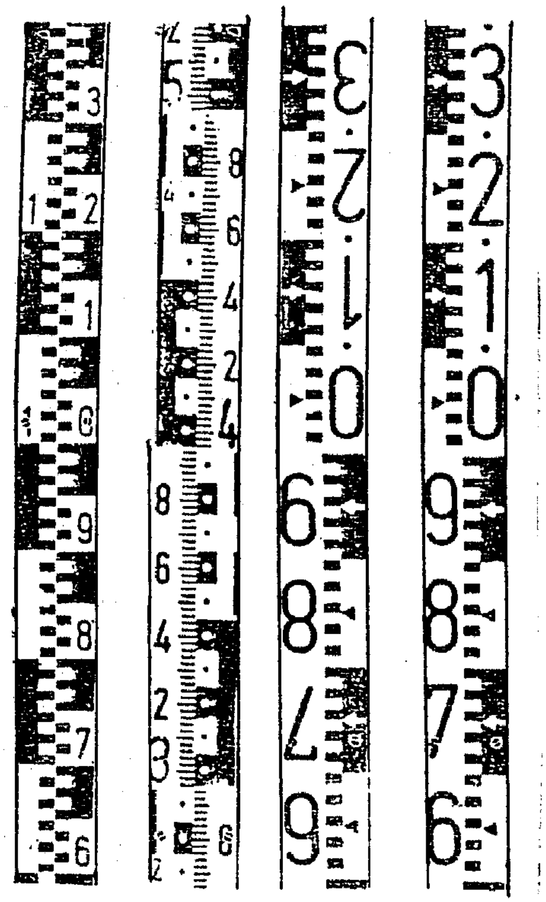
(أ) روبير الحائط

شكل (٧-٢)

٧-٢- الأجهزة المستعملة في الميزانية هى:

٧-٢-١- القامة Staff or Rod

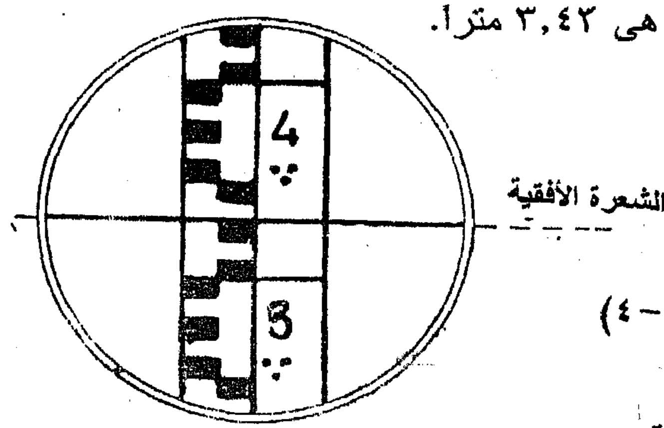
القامة عبارة عن مقياس بطول ٢ إلى ٤ متر مصنوعة من خشب عليه طبقة سميكة من الطلاء لحفظه من العوامل الجوية وهى مدرجة الى سنتيمترات وتطلى أقسام التدريج بلونين مختلفين ـ للتمييز بينهما وتوجد شرطة أو علامة عند كل ديسمتر حيث يكتب الديسمتر ١ ، ٢ ، ٣ وهكذا. ولتوضيح الأمتار توجد طرق مختلفة منها يوضع فى أسفل أو فى أعلى رقم الديسمتر عدد من النقط يساوى عدد الأمتار. وهناك أنواع كثيرة من القامات العادية وكما يوجد نوع من القامات المتداخلة ويطلق عليها القامات التلسكوبية والقامات الخاصة بالميزانيات الدقيقة. ويوضح شكل (٧-٣) أنواع القامات المختلفة.



شكل (٧-٣): القامات

طريقة قراءة القامة:

توضع القامة دائماً بحيث يكون صفر التدريج على النقطة المطلوب قياس منسوبها. وفى القامات تكتب أرقام الديسمترات أما أرقام الأمتار فتبين بنقط فالمتر يبين بنقطة والمترين بنقطتين وهكذا، فنجد مثلاً فى شكل (٧-٤) أن قراءة القامة هى ٣,٤٢ متراً.

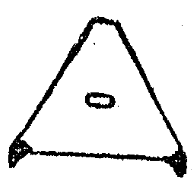


شكل (٧-٤)

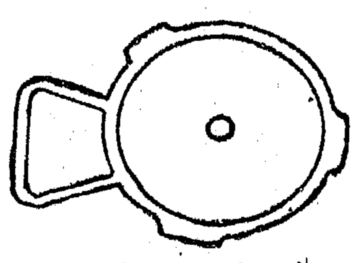
القاعدة الحديدية:

أحياناً ما تجرى عمليات الميزانية فى أراضى طينية لينة فنجد أن القامة تغوص فى الأرض وتختلف لذلك القراءات المأخوذة على القامة عن القراءات الحقيقية الواجب قراءاتها. ولهذا السبب تستعمل قاعدة حديدية مثلثية الشكل أو مستديرة (شكل ٧-٥) وبكل رأس من رؤوسها قائم مدبب عمودى على مستوى القاعدة وبوضع هذه القاعدة تحت القامة نجد أن القامة لا تغوص فى الأرض الرخوة ونحصل بذلك على القراءات الحقيقية المطلوبة.

ويثبت فى بعض الأحيان فى ظهر أو جانب القامة ميزان تسوية دائرى صغير حتى يمكن جعل القامة رأسية تماماً أثناء عمل الميزانية. ويطلق على القاعدة الحديدية وميزان التسوية الدائرى الصغير بأنهما من ملحقات القامة.



قاعدة مثلثية



قاعدة مستديرة

شكل (٧-٥):
ملحقات القامة

٧-٢-٢- الميزان

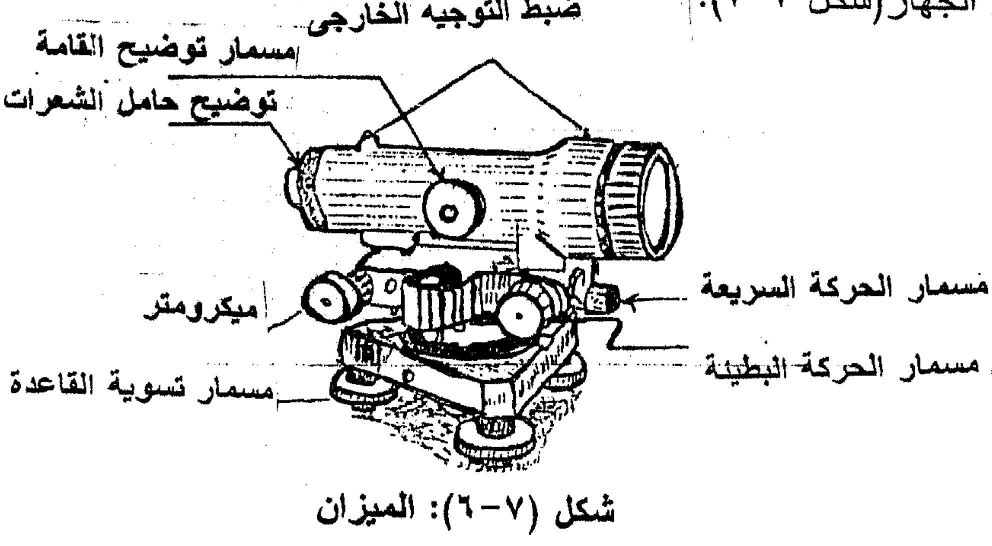
هناك أصناف موازيين مختلفة فى التصميم والشكل والدقة ولكنها كلها تتفق فى نفس الفكرة والغرض ويتكون أى ميزان من منظار وروح التسوية والقاعدة السفلية وحامل الجهاز (شكل ٧-٦).

- **المنظار:** يتركب المنظار من إسطوانة معدنية مثبت فى إحدى طرفيها العدسة الشيئية والطرف الآخر العدسة العينية والغرض من العدسة الشيئية الحصول على صورة مصغرة أما العدسة العينية فالغرض منها تكبير هذه الصور، وداخل إسطوانة المنظار توجد عدسة إضافية وظيفتها تطبيق مستوى الصورة على مستوى حامل الشعيرات بواسطة مسمار ويثبت حامل الشعيرات أمام العدسة العينية داخل المنظار وهو عبارة عن حلقة مركب بها شعرات متعامدة والغرض منها تحديد محور المنظار وهو على أشكال مختلفة وأبسط أنواعه عبارة عن شعرتين إحداهما أفقية وتسمى الشعرة الأفقية الوسطى والأخرى متعامدة عليها وتسمى الشعرة الرأسية، وأحياناً توجد شعرتين أفقيتين قصيرتين أعلى وأسفل الشعرة الوسطى وتعرف بشعرات الأستاديا ويستعملان فى القياس التاكيومترى.

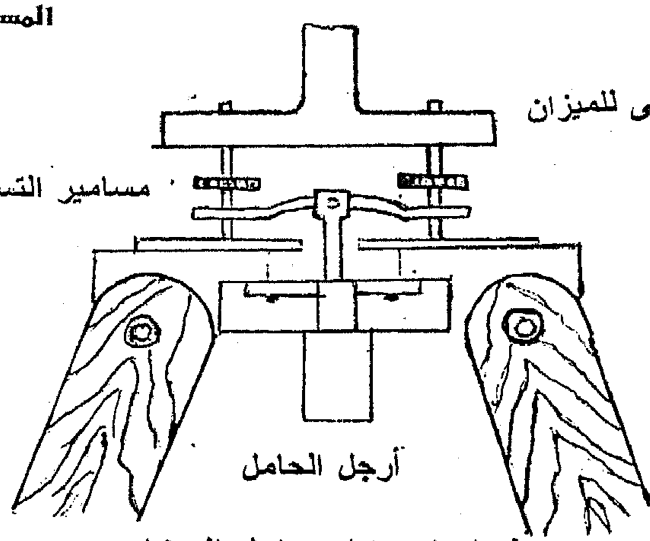
- **القاعدة السفلية:** هى القاعدة المثبت فيها المحور الرأسى للجهاز والتى ترتكز على رأس الحامل بواسطة ثلاث مسامير متحركة يمكن بواسطتها ضبط الأفقية بإستخدام روح التسوية الخارجية المثبتة فى القاعدة نفسها أو أعلى المنظار.

- **روح التسوية الخارجية:** إما تكون على صورة ميزان تسوية طولى وهو عبارة عن وعاء إسطوانى سطحه العلوى يمثل سطح برميلى الشكل، والوعاء مملوء بالإيثر فيما عدا فقعة صغيرة. أو على صورة ميزان تسوية دائرى أو يحتوى الجهاز على كليهما.

- **حامل الجهاز:** هو عبارة عن ثلاث أرجل متداخلة للتحكم فى إرتفاع أو إنخفاض الجهاز (شكل ٧-٧).



شكل (٧-٦): الميزان



شكل (٧-٧): حامل الميزان

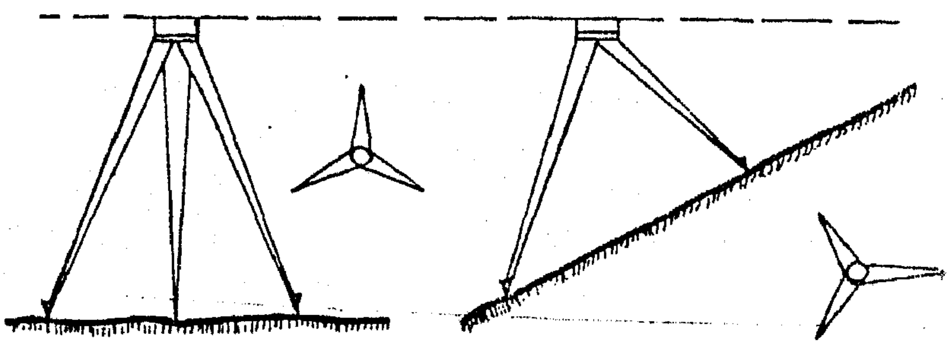
الضبط المؤقت للميزان:

أن وضع الميزان ثابتاً فوق الأرض وضبط أفقية خط النظر وجعل الميزان جاهزاً للرصد يسمى بالضبط المؤقت للميزان. وخطوات الضبط المؤقت تتلخص فى الآتى:

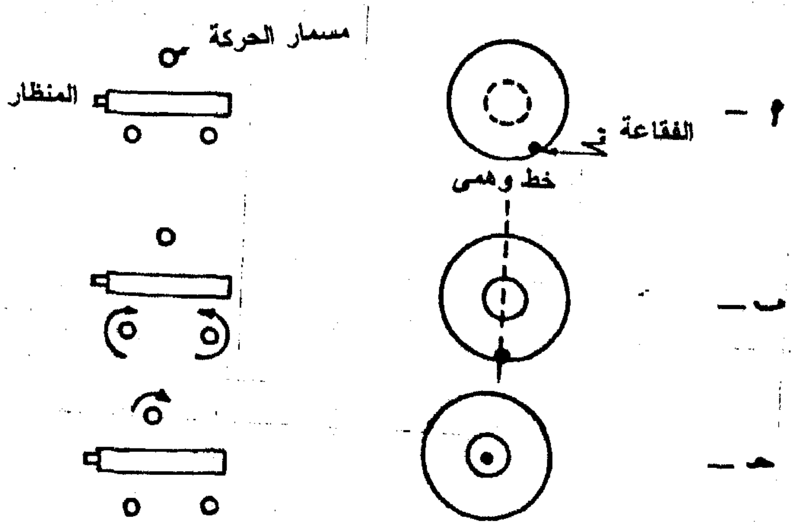
١- يجب وضع حامل الميزان ذو الثلاثة أرجل ثابتا فوق سطح الأرض. وفى معظم الأجهزة الحديثة يكون الحامل ذو أرجل تلسكوبية تنزلق لتغيير طولها لتلائم ميل الأرض وطول الشخص الذى يستعمل الميزان. وفى الوضع الصحيح يجذب الشخص رجلان نحوه ويفرجها وتكون الرجل الثالثة فى الجهة البعيدة عنه. فعلى الأرض المستوية تكون الأرجل متساوية البعد عن بعضها بينما على الأرض المائلة توضع أحد الأرجل على الجهة الأعلى والرجلان الأخريان على الأرض المنخفضة وعلى بعد تساوى من بعضهما كما هو موضح بشكل (٧-٨). ويجب أن تكون قمة الحامل فى وضع أفقى لتسهيل عملية ضبط الأفقية فيما بعد. وهذا يتطلب أن تكون رجل الحامل التى على الأرض الأعلى أقصر من الرجلان الأخريان بإستعمال الوصلة التلسكوبية. وعلى الأرض الغير منتظمة الإنحدار يمكن تحقيق ذلك بواسطة تحريك أحد الأرجل فى أتجاه قطر الدائرة الواصلة بالأرجل الثلاثة أو فى أتجاه محيط الدائرة حتى نحصل على وضع أفقى تقريبى لقمة سطح الحامل. يؤخذ الميزان بعد ذلك من صندوقه ويثبت فوق الحامل بربط مسمار التثبيت.

٢- بواسطة مسامير التسوية الثلاثة نضبط روح التسوية الدائرى وذلك بتحريك مسمارين فى نفس الوقت أما للداخل أو للخارج وذلك لتتحرك الفقاعة فى إتجاه الخط الواصل بينهما، ثم نحرك المسمار الثالث بمفرده لتتحرك الفقاعة فى الأتجاه العمودى على الأول مع ملاحظة أن الفقاعة تتحرك فى أتجاه حركة أصبع الأبهام اليسرى كما هو موضح بشكل (٧-٩). وهذا دون الحاجة لدوران المنظار فى أى وضع له.

٣- فى الأجهزة المثبت بها المنظار بالمحور الرأسى والموجود بها روح التسوية المستطيلة يجب ضبط الميزان بدقة وذلك فى الخطوات الآتية



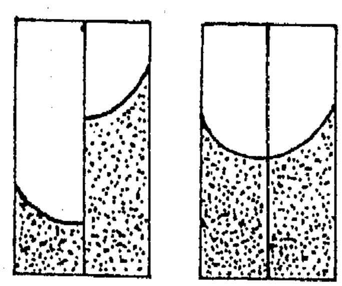
شكل (٧-٨)



شكل (٧-٩): ضبط روح التسوية الخارجية

- حرك الفقاعة الى المنتصف تماما بواسطة المسمار ٢ والمسمار ٣ معاً أما حركة للداخل أو الخارج كما سبق ذكره.
- أدر المنظار ٩٠° وأضبط الفقاعة مستعملاً المسمار الثالث. وكرر العملية الى أن تضبط الفقاعة فى كلا الوضعين للمنظار.
- أدر المنظار ١٨٠° فلو أستمرت الفقاعة فى المنتصف فأن الجهاز يكون مضبوطاً وسوف تستمر الفقاعة فى المنتصف لأى وضع للمنظار.
- فى حالة عدم ثبات الفقاعة فى المنتصف فإن الضبط الدائم للميزان يعتبر غير صحيح ولمعالجة هذا تحرك الفقاعة بواسطة المسمار ٣،٢ نصف مقدار إنحرافها عن المنتصف الى جهة المنتصف ثم نعيد ذلك نكمل الضبط بواسطة المفصلة المثبتة بجانب محور ميزان التسوية.

٤- فى حالة الميزان ذو التسوية الداخلية يرى الراصد صورة الفقاعة لميزان التسوية الطولى إما داخل المنظار الرئيسى أو داخل منظار صغير مركب بجوار العدسة وتظهر الفقاعة لميزان التسوية الداخلى منقسمة الى جزئين متشابهين ويتحرك كل جزء عكس الآخر أثناء ضبط أفقية الجهاز بواسطة مسمار خاص يسمى الميكرومتر، وعند ضبط الأفقية يظهر الجزءان منطبقان على هيئة حرف U متكامل كما فى شكل (٧-١٠)، ويجب ضبط روح التسوية الداخلى هذا عند كل قراءة للقامة ولايسمح إطلاقاً بتعديل الأفقية بإستعمال مسامير القاعدة أثناء العمل.



شكل (٧-١٠): ضبط التسوية الداخلى

٤- التطبيق: وهو إنطباق الصورة على مستوى حامل الشعرات حتى يصبح حامل الشعرات جزء من الصورة وذلك عن طريق تحريك العدسة العينية للداخل أو الخارج حتى ترى الشعرات واضحة. وجه المنظار الى القامة بالنظر فى أتجاه الدليلين بأعلى المنظار (التوجيه) وحرك مسمار التوضيح الصورة حتى ترى القامة بوضوح وثابتة ولاتتحرك تبعا لحركة العين ولا يحدث ذلك إلا إذا كانت صورة القامة منطبقة تماما على حامل الشعرات. وبعد ذلك نقوم بإستخدام مسمار الحركة البطيئة للمنظار لكى نوقع الشعرة الرأسية على منتصف القامة. وبعد ذلك لايبقى إلا قراءة القامة.

كيفية قراءة القامة:

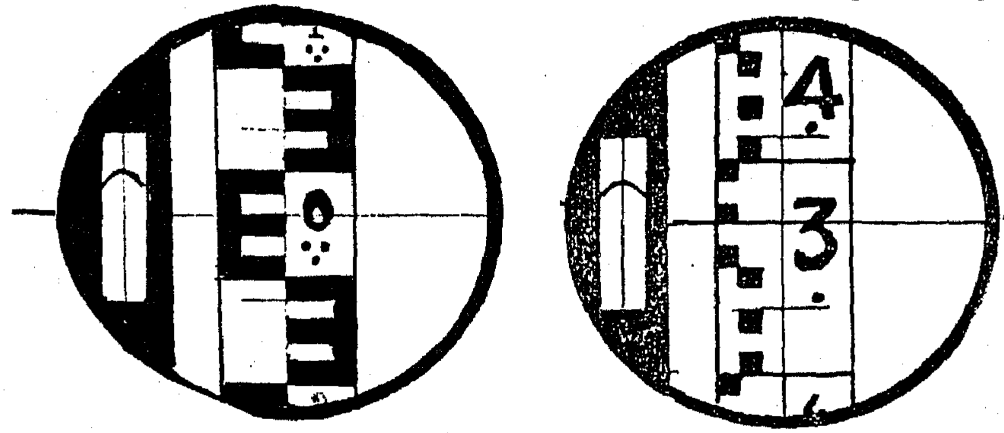
توضع القامة بحيث ينطبق صفر تدريجها على الأرض والتقاسيم متجهة الى أعلى كما يراعى أن تكون القامة رأسية تماما أثناء وضعها. وتقرأ القراءة المنطبقة على الشعرة الأفقية الوسطى فى المنظار أى عند تقاطع الشعرة الأفقية الوسطى من حامل الشعرات مع تدريج القامة (قراءة الشعرات العليا والسفلى لاتستعمل فى المناسيب بل فى قياس المسافات الأفقية وتسميان بشعرات الأستاديا) وقراءة القامة تتكون من ثلاثة أرقام:

١- الرقم الصحيح الدال على الأمتار.
٢- الرقم العشرى الأول الدال على الديسمترات.
٣- الرقم العشرى الثانى الدال على السنتيمترات.

أمثلة على قراءة القامة:

مثال١: فى شكل (٧-١١أ) تنطبق الشعرة الوسطى على السنتيمتر السابع فى مستطيل الديسمتر الثالث للمتر الأول وبذلك تكون القراءة ١,٣٧ متر. ويلاحظ أن عدد الأمتار مبين بعدد النقط ففى هذه الحالة يوجد فى المستطيل الذى تقع فيه الشعرة الوسطة رقم ثلاثة مكتوب وتحته نقط ويدل ذلك على المتر الأول والديسمتر الثالث أما السنتيمترات فتقرأ من بداية حدود الديسمتر الثالث من أسفل فنجدهم سبعة تدريجات أسود يليه أبيض حتى الشعرة الوسطى.

مثال ٢: فى شكل (٧-١١ب) نجد أن كل ديسمتر يتكون من حرفين E كل حرف بخمسة سنتيمترات بحيث أن بداية حدود الديسمتر تبدأ بحرف E الذى على الشمال وبذلك تكون القراءة هى المتر الثالث (ثلاثه فقط) والديسمتر صفر والسنتيمتر الثالث أى ٣,٠٣ متر.



شكل (٧-١١)

توجيه الميزان لقراءة نقطة أخرى عند نفس الوضع:

وفى هذه الحالة لاتحتاج الى ضبط الأفقية ولكن نوجه المنظار الى القامة بواسطة الدليلين بأعلى المنظار بعد فك مسمار الحركة السريعة للمنظار ثم نربطه بعد التوجيه وننظر داخل المنظار ونوضح صورة القامة ثم نحرك مسمار الحركة البطيئة ليقطع حامل الشعرات الرأسى منتصف القامة. أضبط روح التسوية الداخلية بتحريك الميكرومتر لينطبق نصفى الفقاعة ويكون حرف U وأقرأ القامة عند الشعرات الوسطى ودون القراءة فى نوتة الغيط ثم أقرأ مرة ثانية للتأكد.

نقل الميزان لوضع جديد:

ليس ضرورى أن نقوم بفك الجهاز من حامله لكى تنقله الى وضع آخر بل يمكن حمل الجهاز بيديك وأرجله منطبقة وهو فى وضع قريب من الرأس بحيث يستريح على كتفيك الى أن تبلغ الموقع الجديد للميزان ونقوم بتكرار الخطوات السابقة للضبط المؤقت للميزان.

٧-٣- أنواع الميزانية:

الأنواع الرئيسية للميزانية هي الميزانية المثلثية Trigonometric Leveling، والميزانية البارومترية Barometric Leveling، والميزانية الشبكية Checkerboard Leveling، والميزانية الطولية (الفرقية) Differential Leveling، والميزانية العرضية التي تقام عادة لإعداد القطاع العرضي في المشاريع الطولية مثل مشاريع الطرق حفر الترع ومشاريع مد الأنابيب.

ففي الميزانية المثلثية يتم قياس مسافات وزوايا ثم تطبق نظريات حساب المثلثات لإيجاد الإرتفاعات. وفي الميزانية البارومترية يتم إستعمال جهاز البارومتر لحساب الإرتفاع عن سطح البحر، وهو جهاز قياس الضغط الجوي حيث أن هناك علاقة بين الضغط الجوي والإرتفاع عن سطح البحر. وفي الميزانية الشبكية تقسم المنطقة إلى مربعات فينظر إليها وكأنها شبكة متكونة من خطوط أفقية وعمودية متقاطعة، ويوجد منسوب كل نقطة من نقطة التقاطع. أما في الميزانية الطولية، وهي الأدق والأهم والأكثر شيوعا فإن المناسيب توجد بطريقة تسلسلية أي أننا نوجد منسوب نقطة بمعرفة منسوب نقطة أخرى.

٧-٣-١- الميزانية الطولية:

تجرى هذه الميزانية في إتجاه طولي لمشاريع الطرق والترع والمصارف والجسور والمشاريع والطرق الزراعية والشوارع وغيرها.. بغرض تعيين مناسيب نقط محاورها المختلفة ويعرف الشكل الذي يبين مناسيب هذه النقط بالقطاع الطولي وأحيانا تجرى هذه الميزانية لتعيين منسوب نقطة معينة فقط وتسمى هذه العملية حينئذا بعملية سلسلة ميزانية والغرض منها هو تعيين مناسيب نقط ثابتة وليس لعمل قطاع طولي. وقبل شرح كيفية عمل الميزانية الطولية فهناك بعض الأصطلاحات الخاصة بالميزانية يجب إيضاحها:

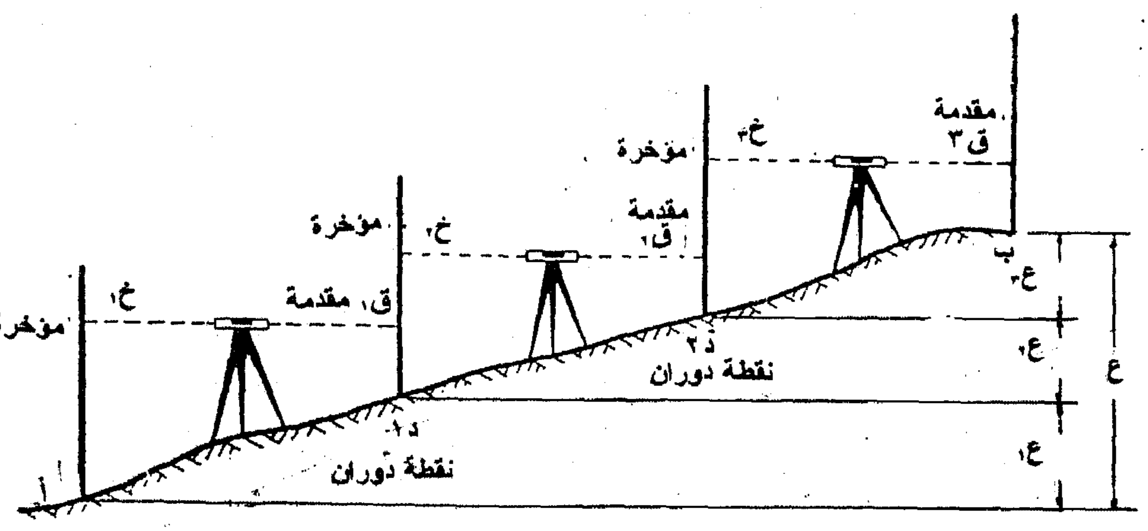
- **المؤخرة (خ)** : هي القراءة التي تؤخذ بعد ضبط الميزان مؤقتا (أول قراءة في الوضع الواحد للميزان).
- **المقدمة (ق)** : هي أخر قراءة تؤخذ لوضع الميزان وينقل بعدها مباشرة.
- **المتوسطة (م)**: هي القراءات التي تؤخذ بين المؤخرة والمقدمة.

نقطة الدوران : هى النقطة التى تؤخذ عندها قراءتين أحدهما مقدمة والأخرى مؤخرة أى أنه عند نقطة الدوران ينقل الميزان ويدور حول القامة بينما تظل القامة ثابتة فى مكانها.

طريقة عمل الميزانية الطولية:

١- يبحث عن نقطة قريبة من منطقة العمل ويكون منسوبها معلوم "روبير" حتى يمكن بدء العمل منها ونضع القامة على النقطة المعلوم منسوبها "روبير" بحيث تكون رأسية تماما وصفر التدريج من أسفل ويقع على هذه النقطة ولتكن نقطة (أ) ، (شكل ٧-١٢).

٢- يوضع الميزان فى منتصف المسافة تقريباً بين القامة الأولى والتالية لها بحيث تكون المسافة بين الميزان وأى قامة لا تقل عن ٣٠ متر ولا تزيد عن ٦٠ متر وتختلف هذه المسافة بإختلاف طبيعة الأرض.



شكل (٧-١٢)

٣- تجرى عملية الضبط المؤقت للميزان ثم نوجه المنظار نحو القامة الأولى والموضوعة فى بداية المشروع وتؤخذ عليها القراءة بواسطة الشعرة الوسطى وذلك بعد التأكد من روح التسوية الداخلى وتسمى هذه القراءة مؤخرة.

٤- ينتقل الشخص المكلف بالوقوف بالقامة بين النقطة الأولى الى النقطة الثانية (١) على محور المشروع كما فى شكل (٧-١٢) ويضبط القامة رأسياً وفى هذه الأثناء يجب ألا يتغير وضع مسامير التسوية فى الميزان وإلا ضاع المستوى الأفقى الذى يحدد خط النظر الأول ولزم إعادة ضبط الميزان وإعادة أخذ القراءة الأولى مرة ثانية.

٥- ندير المنظار ونوجهه على القامة الموجودة عند النقطة الثانية وتؤخذ قراءة الشعرة الوسطى وتسمى هذه القراءة مقدمة وذلك بعد التأكد من روح التسوية الداخلى وضبطه إذا لزم الأمر.

٦- يحسب فرق القرائتين فيكون هو فرق المنسوب بين النقطتين $ع_١$ = (المؤخرة - المقدمة) فإذا كان الفرق موجب وهذا معناه أن النقطة الثانية أعلى من النقطة الأولى.

٧- ننقل الميزان الى نقطة فى منتصف المسافة بين النقطتين ١ ، ٢ فيكون هذا هو الوضع الثانى للميزان - وفى هذه الأثناء يجّب عدم تحريك القامة عند (١) إطلاقاً من مكانها وإلا فقدت المنسوب الذى تحدد من الخطوة السابقة لأن هذه النقطة (١) لايوجد ما يميزها سوى وجود القامة. وتدور القامة فى مكانها لتواجه الميزان فى وضعه الجديد وتسمى هذه النقطة بنقطة الدوران.

٨- نضبط الميزان أفقياً ونقرأ القامة وهى فى نقطة (١) لنحصل على قراءة المؤخرة ثم نشير للمساعد لينتقل بالقامة الى نقطة (٢) ونأخذ قراءة المقدمة الجديدة فنحصل على فرق المنسوب بين نقطتى القامة (١)، (٢).

$ع_٢$ = (المؤخرة - المقدمة) = خ - ق

٩- نكرر العملية فى أوضاع أخرى للميزان حتى نصل الى النقطة (ب) بحيث تكون المسافة بين أ ، ب تمثل محور المشروع فتصل الى نهايته فيكون فرق الأرتفاع بين نقطتى بداية المشروع ونهاية المشروع بين (أ) ، (ب).

ع = منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة.

= $ع_١$ + $ع_٢$ + $ع_٣$ + ... + $ع_ن$

= ($ح_١$ + $ح_٢$ + $ح_٣$ + ... $ح_ن$) - ($ق_١$ + $ق_٢$ .... $ق_ن$)

= مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات.

١٠-ويجب قياس المسافة بين النقط وذلك بفرد الشريط فى أتجاه محور المشروع لقياس الأبعاد بين النقط التى توضع عليها القامة من نقطة الإبتداء.

١١- تبدأ الميزانية عادة من نقطة يكون منسوبها معلوم ومن الأفضل أن تنتهى الميزانية عند نقطة منسوبها معلوم حتى يمكن عمل التحقيق. وفى حالة تعذر وجود نقطة منسوبها معلوم فى نهاية المشروع فيجب عمل الميزانية فى الأتجاه العكسى " بالراجع" حتى نصل الى نقطة البداية (نقطة الروبير (أ)) الذى بدأت منه فلو كان العمل صحيحا نحصل على منسوب هو نفسه منسوب الروبير الأصلى.

١٢- دون جميع النتائج السابقة فى نوتة الغيط فى الجدول الخاص بالميزانية.

١٣- أجرى التحقيق الحسابى اللازم:

عدد المقدمات = عدد المؤخرات

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات

طرق تدوين الميزانية:

هناك طريقتان أساسيتان:

١- طريقة سطح الميزان. ٢- طريقة الأرتفاع والإنخفاض.

اولاً: طريقة سطح الميزان:

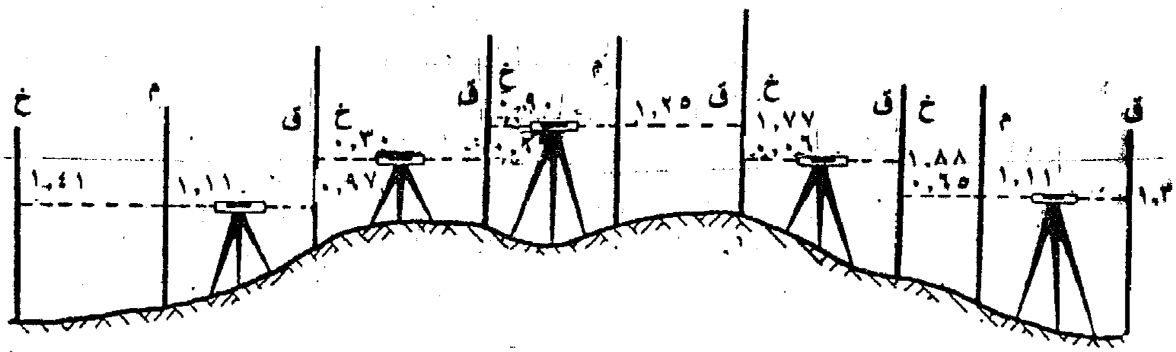
تعتمد طريقة سطح الميزان على إيجاد منسوب السطح الأفقى المار بمحور المنظار الأفقي. ويطلق عليه منسوب سطح الميزان ثم تحسب مناسيب النقطالمختلفة التى أخذت قراءتها من هذا السطح بطرح قراءة القامة الموضوعة فوق النقطة من منسوب سطح الميزان. ومنسوب سطح الميزان يحسب مرة واحدة في الوضع الواحد للجهاز من:

منسوب سطح الميزان = منسوب أى نقطة + قراءة القامة الموضوعة عند ذات النقطة.

والمثال الآتى يوضح الطريقة سطح الميزان وكيفية إيجاد مناسب النقط المختلفة بها.

مثال ١:

الكروكى المعطى فى شكل (٧-١٣) يبين قراءات القامة فى ميزانية - فإذا كان منسوب النقطة الأولى = ١٥,٤٠ متراً - دون الأرصاد فى جدول وأحسب مناسيب النقط مستعملاً طريقة سطح الميزان.



شكل (٧-١٣)

النقطة	قراءة القامة مؤخرات	متوسطات	مقدمات	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
١	١,٤١			١٦,٨١	١٥,٤٠	نقطة معلوم منسوبها
٢		١,١١			١٥,٧٠	
٣	١,٣٠		٠,٩٧	١٧,١٤	١٥,٨٤	نقطة دوران
٤	١,٩٠		٠,٦٦	١٧,٣٨	١٦,٤٨	نقطة دوران
٥		١,٢٥			١٦,١٣	متوسطة
٦	٠,٠٦		٠,٧٧	١٦,٦٧	١٦,٦١	نقطة دوران
٧	٠,٦٥		٠,٨٨	١٦,٤٤	١٥,٧٩	نقطة دوران
٨		١,١١			١٥,٣٣	
٩			١,٣٠		١٥,١٤	
	٤,٣٢		٤,٥٨			

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات − المقدمات = ٤,٣٢ − ٤,٥٨ = −٠,٢٦ مترا

منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة = ١٥,١٤ − ١٥,٤٠ = −٠,٢٦ مترا

∴ العمل الحسابى صحيح

طريقة التدوين وخطوات العمل:

فى هذا المثال وضعنا الميزان وبعد الضبط أخذنا أول قراءة وهى عبارة عن مؤخرة ١,٤١ ونحصل على منسوب سطح الميزان للوضع الأول بإضافة المؤخرة على منسوب النقطة الأولى (شكل ٧-١٣).

منسوب سطح الميزان = ١٥,٤٠ + ١,٤١ = ١٦,٨١ متراً ونقيده فى خانة سطح الميزان. والآن لإيجاد منسوب نقطة (٢) فنجد عليها قراءة متوسطة مقدارها ١,١١ متراً وهذه القراءة يجب أن تطرح من منسوب سطح الميزان لتحصل على منسوب نقطة (٢).

∴ منسوب نقطة (٢) = منسوب سطح الميزان – قراءة القامة عند (٢)
= ١٦,٨١ – ١,١١ = ١٥,٧٠ متراً.

وبالمثل تعيين منسوب نقطة (٣) بطرح المقدمة من منسوب سطح الميزان والقراءة عبارة عن مقدمة إذ أننا سننتقل بالميزان بعدها مباشرة الى وضع جديد.

منسوب نقطة (٣) = منسوب سطح الميزان – قراءة القامة عند (٣)

ننتقل بالميزان من الوضع الأول الى الوضع الثانى بين النقطتين (٣)، (٤) وفى هذه الحالة علينا أن نعين سطح الميزان الجديد وذلك بإضافة قراءة المؤخرة عند نقطة الدوران الى منسوب نقطة (٣).

∴ منسوب سطح الميزان = منسوب (٣) + قراءة المؤخرة (٣)
= ١٥,٨٤ + ١,٣٠ = ١٧,١٤ متراً.

وهكذا نستنتج مناسيب (٤)، (٥)، (٦)، (٧)، (٨)، (٩) بنفس الطريقة.

ونلاحظ ما يأتى من المثال:

منسوب سطح الميزان = منسوب الروبير + قراءة القامة
منسوب أى نقطة = سطح الميزان – قراءة القامة
أول رصدة فى الوضع الواحد تكتب عبارة عن مؤخرة (خ).
أخر رصدة فى الوضع الواحد تكتب عبارة عن مقدمة (ق).
نقطة الدوران تكون عليها قراءتين (مقدمة، ومؤخرة).
عدد المقدمات = عدد المؤخرات.
عدد أوضاع الميزان = عدد مناسيب سطح الميزان.

مثال ٢:

أجريت ميزانية طولية وكانت القراءات كما يلي ٢,٤٠، ٢,٠٠، ١,٩٠، ١,٤٠، (٢,٨٠)، ٢,٠٠، ١,٤٠، ٢,٦٠، (١,٣٠)، ٢,٥٠، ٣,٠٠، (٠,٦٠)، ١,٧٠، ٢,١٠ وكانت القراءات بين الأقواس مؤخرات ومنسوب النقطة الأولى ١,٠٠ متر. أحسب مناسيب النقط بطريقة سطح الميزان.

الحل:

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
١	٢,٤٠			٣,٤٠	١,٠٠	روبير منسوبه معلوم
٢		٢,٠٠			١,٤٠	
٣		١,٩٠			١,٥٠	
٤	٢,٨٠		١,٤٠	٤,٨٠	٢,٠٠	نقطة دوران (١)
٥		٢,٠٠			٢,٨٠	
٦		١,٤٠			٣,٤٠	
٧	١,٣٠		٢,٦٠	٣,٥٠	٢,٢٠	نقطة دوران (٢)
٨		٢,٥٠			١,٠٠	
٩	٠,٦٠		٣,٠٠	١,١٠	,٥٠	نقطة دوران (٣)
١٠		١,٧٠			,٦٠-	
١١			٢,١٠		١,٠٠-	
	٧,١٠		٩,١			

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = ٩,١٠ - ٧,١٠ = ٢,٠٠

منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = ١,٠٠ - (- ١,٠٠) = ٢,٠٠

العمل الحسابي صحيح.

ويمكن التأكد من العمل الحسابي

مجموع منسوب النقط + مجموع المقدمات + مجموع المتوسطات

= ١٣,٢ + ٩,١٠ + ١١,٥٠= ٣٣,٨٠

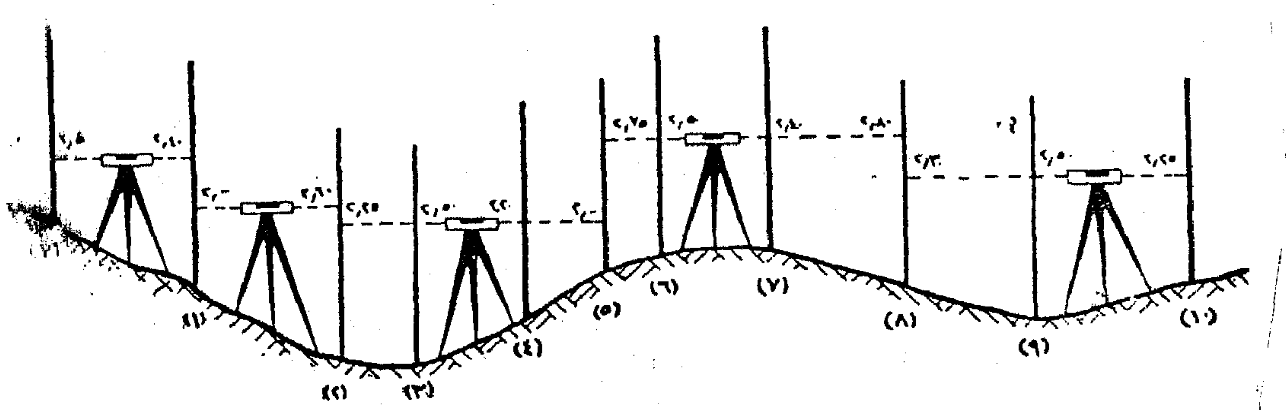
مجموع حاصل ضرب مناسيب سطح الميزان × عدد مرات إستخدامها لإيجاد مناسيب نقط جديدة

= ٣,٤×٣ +٤,٨ ×٣ +٣,٥ × ٢ + ١,١٠ × ٢ = ٣٣,٨

ثانياً:- طريقة فرق الأرتفاع: (الأرتفاع والانخفاض)

في الطريقة السابقة يمكننا التحقق من حساب منسوب أى نقطة أخذت عليها مقدمة وذلك عن طريقة التحقيق الحسابى - أما نقطة المتوسطات فلم يمكن التحقق منها ومن حسابها حيث أنها لا تؤثر إطلاقا على منسوب سطح الميزان يتغير تبعاً لتغيير وضع الميزان. فلو كان للنقط المأخوذ عليها متوسطات أهمية تلزم التحقيق فأننا نلجأ فى التدوين والحساب الى طريقة الأرتفاع والانخفاض (فرق الأرتفاع) وهى الطريقة التى تمكننا من التحقق من مناسيب المتوسطات وبالتالى التحقق من جميع نقط الميزانية. والمثال التالى يوضح خطوات التدوين وحساب مناسيب النقط بهذه الطريقة. ويلاحظ أن الجدول فى هذه الحالة يحوى خانتين للأرتفاع والانخفاض بدلا من خانة منسوب سطح الميزان.

مثال٣: أجريت الميزانية المبينة فى شكل (٧-١٤) لتعيين منسوب نقطة ب بطريقة الأرتفاع الانخفاض.



شكل (٧-١٤)

النقطة	قراءة القامة			ارتفاع	انخفاض	منسوب	ملاحظـــات
	مؤخرات	متوسطات	مقدمات	+	−	النقطة	
١	٠,٥٠			−	−	٣٢,٥٠	روبير
٢	٢,١٠		٢,٤٠	−	١,٩٠	٣٠,٦٠	
٣	٢,٢٥		٢,٦٠	−	٠,٥٠	٣٠,١٠	
٤		٢,٥٠		−	٠,٢٥	٢٩,٨٥	
٥		٢,٢٠		٠,٣٠	−	٣٠,١٥	
٦	٢,٧٥		٢,٠٠	٠,٢٠	−	٣٠,٣٥	
٧		٢,٥٠		٠,٢٥	−	٣٠,٦٠	
٨		٢,٤٠		٠,١٠	−	٣٠,٧٠	
٩	٢,٣٠		٢,٨٠	−	٠,٤٠	٣٠,٣٠	
١٠		٢,٥٠		−	٠,٢٠	٣٠,١٠	
ب			٢,٠٠	٠,٥٠		٣٠,٦٠	
	٩,٩٠		١١,٨٠	٣,٢٥	١,٣٥		

التحقيق الحسابى:

مجموع المقدمات − مجموع المؤخرات = ٩,٩٠−١١,٨٠= −١,٩٠

مجموع الإرتفاعات − مجموع الانخفاضات = ٣,٢٥−١,٣٥ = − ١,٩٠

منسوب أخر نقطة − منسوب أول نقطة = ٣٠,٦٠ − ٣٢,٥٠ = −١,٩٠

طريقة التدوين وخطوات العمل:

فى هذا المثال بدأنا من الروبير عند النقطة الأولى ذو المنسوب ٣٢,٥٠ متراً وبعد الميزان الضبط عينا القرائتين عليهما ٠,٥٠ ، ٢,٤٠ وهاتين القرائتين تدلان على انخفاض النقطة (٢) عن النقطة (١) بمقدار ٢,٤٠ − ٠,٥٠ = ١,٩٠ متراً. فيدون هذا الرقم فى خانة الانخفاض أمام نقطة (١). ويكون منسوب النقطة (٢) = منسوب (١) − ١,٩٠
∴ منسوب النقطة (٢) = ٣٢,٥٠ − ١,٩٠ = ٣٠,٦٠ متراً.

والآن بعد نقل الميزان الى الوضع الجديد بين النقطتين ٢ ، ٣ وبعد الضبط نجد أن القرائتين على القامتين هما ٢,١٠ ، ٢,٦٠ أى أن النقطة (٣) تنخفض عن النقطة (٢) بمقدار

٢,٦٠ – ٢,١٠ = ٠,٥٠ مترا. ويكون منسوب النقطة (٣)
منسوب النقطة (٣) = منسوب النقطة (٢) – ٠,٥٠
= ٣٠,٦٠ – ٠,٥٠ = ٣٠,١٠ مترا.

والقراءة الموجودة على القامة الموضوعة عند نقطة (٤) هى ٢,٥٠ والقراءة التى قبلها عند نقطة (٣) بعد نقل الميزان الى الوضع الثانى هى ٢,٢٥ مترا. فهذا يدل على انخفاض النقطة (٤) بمقدار يعادل ٠,٢٥ مترا (= ٢,٥٠ – ٢,٢٥).

∴ منسوب النقطة (٤) = منسوب (٣) – ٠,٢٥ = ٢٩,٨٥ مترا.

ولتعيين منسوب النقطة رقم (٥) نجد أن القراءة عندها ٢,٢٠ مترا وقراءة القامة عند (٤) كانت ٢,٥٠ فمعنى هذا أن نقطة (٥) ترتفع عند نقطة (٤) بالمقدار ٢,٥٠ – ٢,٢٠ =٠,٣٠ مترا. وتدون فى خانة الأرتفاع أمام (٥).

∴ منسوب النقطة (٥) = منسوب نقطة (٤) + ٠,٣٠ = ٣٠,١٥ مترا.

ونتبع نفس الخطوات لتعيين مناسيب بقية النقط.

ملاحظات على الحل:

ونلاحظ فى هذه الطريقة أنه إذا حدث أى خطأ فى حساب منسوب أى نقطة سواء كانت مقدمة أو متوسطة لكانت جميع النقط التالية لها خطأ وبالتالى المنسوب النهائى. وفرق الأرتفاع بين نقطتين وهو الفرق بين قراءة القامة وهى موضوعة على النقطتين والميزان فى نفس الوضع.

مقارنة بين طريقتى حساب المناسيب:

- طريقة منسوب سطح الميزان أسهل فى العمل وتوفر الوقت والحساب عن طريقة الأرتفاع والانخفاض.
- فى طريقة منسوب سطح الميزان لا يكتشف أى خطأ فى حساب نقط المتوسطات إطلاقاً بينما نكتشف بسهولة فى طريقة الأرتفاع والانخفاض.
- تستخدم طريقة الأرتفاع والانخفاض لذلك فى الأعمال الهامة التى تحتاج فيها الى دقة وعناية.

مثال ٤ :

أجريت ميزانيـة طوليـة علـى محـور ترعـة مطلـوب إنشـائها. فكـانت القراءات كما يلـى: ١,٤٠ ، ٢,٠٠ ، ١,٩٠ ، (٠,٤٠)، ٢,٨٠ ، ٢,٠٠ ، ١,٤٠ ، (٢,٦٠)، ٢,٥٠ ، ١,٣٠ ، (٣,٠٠)، ١,٧٠ ، ٠,٦٠ ، (١,١٠). وكـانت القراءات بين الأقواس مقدمات وكان منسوب النقطـة الرابعـة ١٠,٠٠ متر. والمسافات بين النقط متساوية وتساوى ١٠٠ متر . احسب فى جدول مناسـيب النقط بطريقة فرق الإرتفاع والانخفاض مع التحقيق الحسابى.

الحل:

النقطة	المسافات	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	أرتفاع	إنخفاض	مناسيب	ملاحظات
١	صفر	١,٤٠					٩,٠٠	
٢	١٠٠		٢,٠٠			٠,٦٠	٨,٤٠	
٣	٢٠٠		١,٩٠		٠,١٠		٨,٥٠	
٤	٣٠٠	٢,٨٠		٠,٤٠	١,٥٠		١٠,٠٠	نقطة معلومة
٥	٤٠٠		٢,٠٠		٠,٨٠		١٠,٨٠	
٦	٥٠٠		١,٤٠		٠,٦٠		١١,٤٠	
٧	٦٠٠	١,٣٠		٢,٦٠		١,٢٠	١٠,٢٠	نقطة دوران
٨	٧٠٠		٢,٥٠			١,٢٠	٩,٠٠	
٩	٨٠٠	٠,٦٠		٣,٥٠		١,٠٠	٨,٠٠	نقطة دوران
١٠	٩٠٠		١,٧٠			١,١٠	٦,٩٠	
١١	١٠٠٠			١,١٠	٠,٦٠		٧,٥٠	
	٦,١٠		٧,٦٠	٣,٦٠	٥,١٠			

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٦,١٠ – ٧,٦٠ = – ١,٥٠

مجموع الأرتفاعات – مجموع الأنخفاضات= ٣,٦٠ – ٥,١٠ = – ١,٥٠

منسوب أخر نقطة – منسوب اول نقطة = ٧,٥٠ – ٩,٠٠ = – ١,٥٠

٧-٣-٣- دقة الميزانية

تبدأ الميزانية من روبير أو أى نقطة معلوم منسوبها بحيث تكون قريبة من أول نقطة فى الميزانية ويمكن معرفة ذلك من الخرائط المخصصة لتلك المنطقة ثم تعمل سلسلة ميزانية بين الروبير وأول نقطة حتى يمكن معرفة منسوبه. وعندما ينتهى العمل حتى آخر نقط القطاع ويستحسن الاستمرار فى سلسلة الميزانية بعد الوصول الى آخر القطاع حتى أقرب روبير وذلك بأخذ مؤخرات ومقدمات فقط ومقارنة المنسوب الناتج من حساب الميزانية بمنسوبه المدون بدفتر الروبيرات التى تخرجها مصلحة المساحة لمعرفة مناسيب الروبيرات المختلفة. ويجب أن يتساوى المنسوبان أولا يتعدى الفرق بينها قيمة الخطأ المسموح والذى يعتمد على طول الميزانية ويحسب من العلاقة:

الخطأ المسموح بالمم = ١٠ $\sqrt{\text{طول الميزانية بالكم}}$

وفى حالة تعذر الوصول الى أقرب روبير من النقطة الأخيرة للميزانية فيمكن تحقيق صحة العمل بإعادة الميزانية فى إتجاه عكسى لتحقق من صحة القراءات والمناسيب.

مثال٥: عملت ميزانية طولية على محور مشروع فكانت القراءات كالآتى: ١,٩٧، ٢,٩٨، ١,١٣، ١,٣٥، ٢,٤٥، ١,٧٨، ١,٠٥، ٢,٠٠، ١,٩٣، ٢,٠٠، ٣,٩٤، ٢,١٦، ٣,١٧، ٢,٩٧، ١,٦٠، ١,٢٠، ٢,٦٣، ٣,٧٤. وكانت النقط الثانية والرابعة والخامسة نقط دوران. ونقل الميزان أيضا بعد القراءة الثانية عشرة ولإيجاد منسوب أى نقطة سلسلت الميزانية من روبير قريب منسوبه ٣٢,١٥ وأخذت القراءات التالية: ١,٢٠ ، ١,١٥ ، ٢,١٦ ، ٣,٠٨ ، ١,١٢ ، ٢,٠٥ المشروع. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت الميزانية من آخر نقطة حتى أن وصلت الى روبير آخر منسوبه ٢٦,٤٨ وكانت القراءات كالآتى: ١,١٢-١ ١,٧٥ -٢,٠٦ ٣,٠٦. أحسب مناسيب النقط بطريقة فرق الإرتفاع والإنخفاض مع التحقيق الحسابى. ما حكمك على دقة الميزانية إذا كانت المسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠متر.

النقطة	المسافات	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	أرتفاع +	إنخفاض -	مناسيب	ملاحظات
–		١,٢٠			–	–	٣٢,١٥	
–		٢,١٦		١,١٥	٠,٠٥		٣٢,٢٠	
–		١,١٢		٣,٠٨		٠,٩٢	٣١,٢٨	
١	صفر	١,٩٧		٢,٠٥		٠,٩٣	٣٠,٣٥	
٢	٢٠	١,١٣		٢,٩٨		١,٠١	٢٩,٣٤	
٣	٤٠		١,٣٥			٠,٢٢	٢٩,١٢	
٤	٦٠	١,٨٧		٢,٤٥		١,١٠	٢٨,٠٢	
٥	٨٠	٢,٠٠		١,٠٥	٠,٨٢		٢٨,٨٤	
٦	١٠٠		١,٩٣		٠,٠٧		٢٨,٩١	
٧	١٢٠		٢,٠٠			٠,٠٧	٢٨,٨٤	
٨	١٤٠		٣,٩٤			١,٩٤	٢٦,٩٠	
٩	١٦٠	٣,١٧		٢,١٦	١,٧٨		٢٨,٦٨	
١٠	١٨٠		٢,٩٧		٠,٢٠		٢٨,٨٨	
١١	٢٠٠		١,٦٠		١,٣٧		٣٠,٢٥	
١٢	٢٢٠		١,٢٠		٠,٤٠		٣٠,٦٥	
١٣	٢٤٠		٢,٦٣			١,٤٣	٢٩,٢٢	
١٤	٢٦٠	١,١٢		٣,٧٤		١[illegible]	٢٨,١١	
–		٢,٠٦		٣,٧٥		٠,[illegible]	٢٧,٤٨	
–				٣,٠٦	[illegible]	١[illegible]	٢٦,٤٨	روبير منسوبه
		١٧,٨		[illegible]	٤,٦٩	١٠,٣٦		٢٦,٤٨

التحقيق الحسابى:

المؤخرات – المقدمات = ١٧,٨٠ – ٢٣,٤٧ = – ٥,٦٧

الإرتفاعات – الإنخفاضات = ٤,٦٩ – ١٠,٣٦ = – ٥,٦٧

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٢٦,٤٨ – ٣٢,١٥ = –٥,٦٧

∴ العمل الحسابى صحيح

٧-٣-٤- القطاعات الطولية:

من أهم أغراض الميزانية هو عمل قطاعات وهو عبارة عن الحصول على شكل تعرجات سطح الأرض وتمثيلها بخط معين مستقيم أو منحنى بطريقة بحيث يمكن رسمه على خريطة. وذلك بتعيين مناسيب نقط معينة على هذا الخط والمسافات بينهما. والقطاع الطولى هو عبارة عن الميزانية الطولية التى تجرى عادة على محور طريق زراعى أو جسر سكة حديد أو ترعة أو مصرف وبرسم هذه الميزانية ينتج القطاع الطولى.

ويلاحظ أن طريقة التدوين والحساب لا تختلف عما سبق إلا بإضافة عمود للجدول تدون به المسافات بالأمتار بين النقط وذلك بالنسبة لأول المشروع.

ولرسم القطاع نأخذ خانتى المسافات والمناسيب ونعتبر أحدهما المحور السينى وهو المسافات دائماً والمحور الصادى وهو المناسيب ونظراً لأن المسافات الأفقية طويلة جداً إذا قورنت بفروق المناسيب بين نقط القطاع ولذا نرسم المسافات الأفقية بمقياس رسم صغير مثل ١ : ١٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠ حسب مساحة الورقة وحسب الغرض الذى ينشأ من أجله القطاع الطولى وترسم الأبعاد الرأسية وهى المناسيب بمقياس رسم كبير مثل ١ : ٥٠ أو ١ : ١٠٠ وعلى هذا الأساس تظهر المفروقات فى الأرتفاع واضحة جداً إذ أننا بالغنا فيها بأخذ مقاييس مختلفة - ويجب أن نأتى بالفرق بين أعلى نقطة وأوطى نقطة لكى تحدد المقياس الرأسى. وتوصل النقط ببعض بخطوط مستقيمة على أعتبار أن سطح الأرض مستوياً بين كل نقطتين متتاليتين. فيكون لدينا قطاع طولى يبين شكل الأرض على محور الطريق أو الترعة أو المصرف وهكذا.

وغالباً ما يطلب منا عمل الميزانية الطولية لإقامة مشروع بطول هذه الميزانية فيحدد على القطاع الطولى المحور المطلوب ويسمى محور المشروع وهو أما أن يكون أفقياً أو مائلاً ميل واحد أو عدة ميول حسب حاجة المشروع المطلوب كما هو الحال فى مشاريع إنشاء الطرق والجسور وبناء الكبارى وتخطيط شبكات الترع والمصارف.

ويراعى أن النقط التى تؤخذ عندها المناسيب هى:

أ- النقط التى يتغير عندها أتجاه ميل سطح الأرض تغيرا ملموسا.
ب- النقط التى يتغير فيها الإتجاه.
جـ- أى نقط أخرى يراها المهندس ضرورية لدقة المشروع.

وإذا كان عرض المشروع (طريق أو ترعة) ضيقا فتكون مناسيب النقط على المحور ممثلة لجميع مناسيب النقط فى الأتجاه العمودى أو القطاع العرضى.

مثال١: عمل قطاع طولى لمشروع بين الكيلو ٢٧,٠٠ والكيلو ٢٧,٥٠٠ طريق اسكندرية القاهرة الزراعى بين نقطتين أ ، ب وكانت الميزانية على مسافة متساوية (٥٠ متر) وكانت قراءات القامة كالآتى: ١,٥٢ - ١,٩١ - ٢,٤١ - ٢,٥٩ - ١,٩٢ - ١,٤٨ - ١,١٢ - ٠,٤٤ - ١,٥٠ - ١,١٦ - ١,٨٢ - ١,٩١ - ١,٢٢ - ٢,٣٠ - ٣,٨٥. فإذا كان الميزان قد نقل بعد النقط: الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة وأن منسوب النقطة الأولى هى ١٨,٤٠ فالمطلوب: رسم القطاع الطولى بمقاييس رسم مناسبة مبيناً عليه.
أ- الأرض الطبيعية.
ب- خطأ الإنشاء لطريق مقترح يبدأ من نقطة أ بميل ٠,٥ ٪.
جـ- إرتفاع الحفر أو الردم عند جميع نقط القطاع.

	مسافات	قراءة القامة			م سطح الميزان	مناسيب النقطة	منسوب المشروع	إرتفاع الحفر	إرتفاع الردم
		خ	م	ق					
أ-١	٠٠	١,٥٢			١٩,٩٢	١٨,٤٠	١٨,٤٠		٠٠
٢	٥٠		١,٩١			١٨,٠١	١٨,١٥		٠,١٤
٣	١٠٠	٢,٥٩		٢,٤١	٢٠,١٠	١٧,٥١	١٧,٩٠		,٣٩
٤	١٥٠		١,٩٢			١٨,١٨	١٧,٦٥	٠,٥٣	
٥	٢٠٠	١,١٢		١,٤٨	١٩,٧٤	١٨,٦٢	١٧,٤٠	٠,٨٢	
٦	٢٥٠		٠,٤٤			١٩,٣٠	١٧,١٥	٢,١٥	
٧	٣٠٠	١,١٦		١,٥٠	١٩,٤٠	١٨,٢٤	١٦,٩٠	١,٣٤	
٨	٣٥٠		١,٨٢			١٧,٥٨	١٦,٦٥	٠,٩٣	
٩	٤٠٠	١,٢٢		١,٩١	١٨,٧١	١٧,٤٩	١٦,٤٠	١,٠٩	
١٠	٤٥٠		٢,٣٠			١٦,٤١	١٦,١٥	٠,٢٦	
ب	٥٠٠			٣,٨٥		١٤,٨٦	١٥,٩٠		١,٠٤
		٧,٦١		١١,١٥					

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = ٧,٦١ - ١١,١٥ = -٣,٥٤ مترا

مجموع أخر نقطة - منسوب أول نقطة = ١٤,٨٦- ١٨,٤٠ = -٣,٥٤مترا

١- يلاحظ أن خط الإنشاء يبدأ بالنقطة الأولى مع الأرض الطبيعية ويميل بمقدار ٥ ٪. أى ٥٠ سم كل ١٠٠ متر أو ٢٥ سم كل ٥٠ متر ومنها يستنتج منسوب المشروع لكل نقطة.

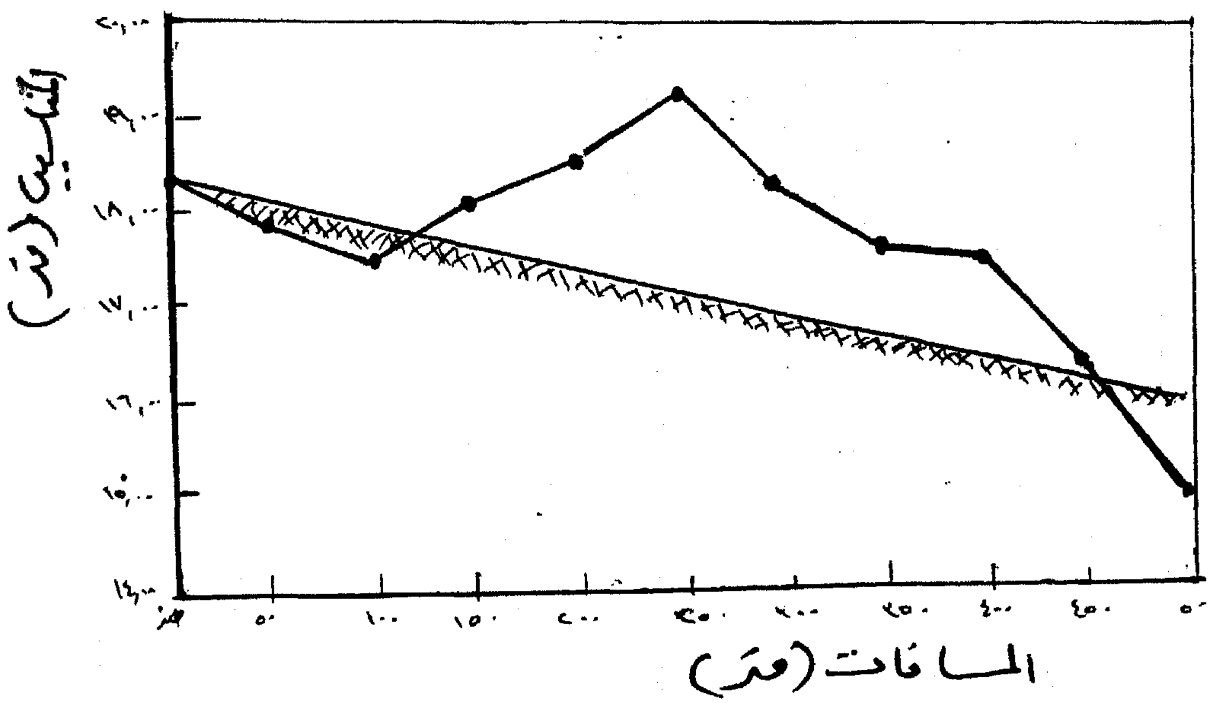
٢- لإيجاد أرتفاع الحفر والردم يلاحظ منسوبى المشروع والأرض الطبيعية فإذا زاد منسوب خط الإنشاء عن الأرض الطبيعية كانت الحالة ردم والعكس يكون حفر.

رسم القطاع:

١- أخذنا فى القطاع مقياس أفقى مقداره ١ : ٢٥٠٠ وللمسافات الرأسية مقياس ١ : ٥٠. على ذلك فإن:

٢- ١ سم يمثل على المحور الأفقى ٥٠ متر.

٣- ١سم يمثل على المحور الرأسى ٥٠ سم وبدأنا بمنسوب ١٤متر.



مثال ٢: أحسب إرتفاع الحفر أو الردم إذا كانت مناسيب النقط هى: ٣٠,٣٥ – ٢٩,٣٤ –٢٩,١٢ –٢٨,٠٢ –٢٨,٨٤ –٢٨,٩١ –٢٨,٨٤ –٢٦,٩٠ –٢٨,٦٨ –٢٨,٨٨ –٣٠,٢٥ –٣٠,٦٥ –٢٩,٢٢ –٢٨,١١. والمشروع المقترح بميل الى أسفل بنسبة ١,٪ ومنسوب بداية المشروع هو نفسه منسوب الأرض. والمسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠ متر.

الحل: منسوب أول نقطة فى المشروع هو نفس منسوب الأرض (٣٠,٣٥متر). ميل المشروع ١,٪ الى أسفل.

∴ يحدث إنخفاض مقدار ٠,١ متر لكل ١٠٠ متر. ولكن المسافة بين النقط ٢٠ متر.

مقدار الانخفاض لكل ٢٠ متر

$$\therefore \text{س} = \frac{٠,١ \times ٢٠}{١٠٠} = ٠,٠٢$$

النقط	مناسيب النقط	مناسيب المشروع	إرتفاع	
			الحفر	الردم
١	٣٠,٣٥	٣٠,٣٥	صفر	صفر
٢	٢٩,٣٤	٣٠,٣٣		٠,٩٩
٣	٢٩,١٢	٣٠,٣١		١,١٩
٤	٢٨,٠٢	٣٠,٢٩		٢,٢٧
٥	٢٨,٨٤	٣٠,٢٧		١,٤٣
٦	٢٨,٩١	٣٠,٢٥		١,٣٤
٧	٢٨,٨٤	٣٠,٢٣		١,٣٩
٨	٢٦,٩٠	٣٠,٢١		٣,٣١
٩	٢٨,٦٨	٣٠,١٩		١,٥١
١٠	٢٨,٨٨	٣٠,١٧		١,٢٩
١١	٣٠,٢٥	٣٠,١٥	٠,١٠	–
١٢	٣٠,٦٥	٣٠,١٣	٠,٥٢	–
١٣	٢٩,٢٢	٣٠,١١	–	٠,٨٩
١٤	٢٨,١١	٣٠,٠٩	–	١,٩٨

٧-٣-٥- القطاعات العرضية

القطاع العرضى عبارة عن مقطع فى سطح الأرض فى اتجاه عمودى على القطاع الطولى. ويتوقف طول القطاع العرضى على الغرض المطلوب منه، فهو يمتد عادة بطول يعادل عرض المشروع مضافا اليه من ١٠ الى ٢٠ م فى كل من الناحيتين. تستخدم القطاعات العرضية لتصميم المشروعات الإنشائية كما تستخدم بعد ذلك فى حسابات مكعبات الأتربة من حفر وردم ولذا فيجب إختيارها عند أى تغيير فى شكل الأرض أو فى إتجاه القطاع الطولى الواقعة عليه على مسافات متساوية إذا كانت الأراضى منتظمة الإنحدار وتؤخذ عادة على مسافات ٥٠ متر ويسمى كل قطاع بحسب بعده عن نقطة الإبتداء فى الميزانية الطولية أى بعده عن نقطة أول المشروع وتحدد نقط القطاع العرضى يمينا ويسارا من نقط القطاع الطولى وتقاس أبعادها عن هذه النقطة.

وتستخدم هذه الطريقة عند إنشاء الترع أو المصارف أو الطرق. حيث يخطط محور المشروع على الخريطة ثم يوقع فى الطبيعة بدق أوتاد أو شواخص، ثم نبدأ عمل الميزانية على يمين ويسار المحور - ويختلف جدول الميزانية العرضية على الميزانية الطولية بتقسيم خانة المسافات إلى ثلاثة أقسام الأولى خاصة بأبعاد النقط على القطاع من ابتداء المحور الطولى وعلى يمينه والثانية خاصة بأبعاد القطاعات من إبتداء المشروع والثالثة خاصة بأبعاد النقط التى على القطاع وعلى يسار المحور الطولى.

وتسلسل ميزانية من أقرب روبير أو نقطة معروف منسوبها، ويوضع الميزان فى مكان يسهل منه رؤية جميع نقط القطاع، ثم يعرف منسوبه من الميزانية المسلسلة ثم نوضع القامة على المحور عند موقع القطاع وتقرأ وتقيد فى الخانة الخاصة بها ويكتب أمامها فى خانة المحور صفر. ثم توضع القامة فى نقطة لتكون فى الإتجاه العمودى على المحور وتقيد فى خانة المتوسطات وتدون خانة المتوسطات وتدون المسافة فى خانة يمين أمام كل نقطة بما يقابلها من هذه الأبعاد وننتقل إلى اليسار ويتم العمل فى جميع القطاعات الأخرى ويمكن نقل الميزان إلى نقط أخرى معروف منسوبها فى الميزانية الطولية أو المسلسلة إذالم يمكن أخذ قراءات القامة لجميع القطاعات من موضع واحد للميزان.

٧-٣-٦- الميزانية الشبكية:

يلزم للمشروعات الزراعية والهندسية معرفة مناسيب الأرض لإظهار طبيعتها الطبوغرافية على الخرائط. وتستخدم الميزانية الشبكية لتحديد مناسيب نقط فى منطقة ما ويتم ذلك برسم خطوط تسمى خطوط الكنتور وتمتاز الخرائط الكنتورية بإنها تعطى فكرة واضحة عن شكل سطح الأرض فى منطقة ما. وخط الكنتور هو الخط الواصل بين النقط ذات المنسوب الموحد، فمثلاً خط كنتور ٧,٠٠ يدل على أن هذا الخط يقع على جميع النقط الموجودة بالطبيعة ذات المنسوب ٧,٠٠ وخط كنتور ٤,٠٠ يدل كذلك على النقط ذات المنسوب الموحد ٤,٠٠ وهكذا. وتعرف المسافة بين خطوط الكنتور بالفترة الكنتورية، فمثلا فى بعض الخرائط تبين خط الكنتور لكل ١٠,٠٠ مترا أى ترسم خطوط الكنتور ٥٠ ، ٦٠ ، ٧٠ ، ٨٠ مترا ... الخ. ويعرف خط الكنتور بأنه المسقط الأفقى لتقاطع منسوب أفقى معين مع سطح الأرض. وتتوقف الفترة الكنتورية على:-

١- الغرض الذى من أجله تنشأ خطوط الكنتور: فإذا كان الغرض مجرد دراسة عامة للمنطقة لمعرفة شكل الأرض جعلنا خطوط الكنتور متباعدة، أما إذا كان الغرض حساب مكعبات الحفر والردم فيجب أن تكون الفترة الكنتورية صغيرة حتى يكون الحساب دقيقاً.

٢- الفرق بين منسوب أعلى نقطة وأوطى نقطة فى المنطقة: فإذا كان الفرق كبيراً كانت المسافة بين خطوط الكنتور كبيرة حتى لا تزدحم الخريطة بخطوط الكنتور فيكون العمل بها مركبا غير مريح. وكلما كان الفرق صغيرا صغرت الفترة الكنتورية زيادة فى الدقة.

٣- طبوغرافية الأرض:- كلما كانت الأرض منتظمة كبرت المسافة الكنتورية كلما كانت كثيرة التضاريس وجب تصغير المسافة بين خطوط الكنتور لتمثيل الطبيعة تماماً.

٤- مقياس رسم الخريطة:- إذ تتناسب المسافة بين خطوط الكنتور تناسباً عكسياً مع مقياس الرسم، فتصغر المسافة الكنتورية عندما يكبر المقياس وتكبر عندما يصغر المقياس.

ويلاحظ من رسم خطوط الكنتور فى الخريطة الواحدة أنها تظهر الأرض الطبوغرافية، فتحدد المرتفعات وكذلك المنخفضات وإتجاه الإنحدار. وإذا تقاربت المسافة بين خطوط الكنتور بالخريطة كلما تقاربت مساقطها مما

يدل على شدة الإنحدار والعكس. أما إذا تساوت المسافة الكنتورية بينها دل ذلك على إنتظام الإنحدار. ويلزم لرسم الخرائط الكنتورية الأتى:

١- عمل ميزانية شبكية للأرض بتعيين عدد كاف من النقط عليها.
٢- توقيع هذه النقط ومناسيبها على الخريطة.
٣- رسم خطوط الكنتور.

٧-٣-٧- تنفيذ الميزانية الشبكية

لتنفيذ الميزانية الشبكية هناك عدة طرق، وسوف نقتصر على شرح طريقتين منها تعتبران أسهلها وأيسرها فى العمل.

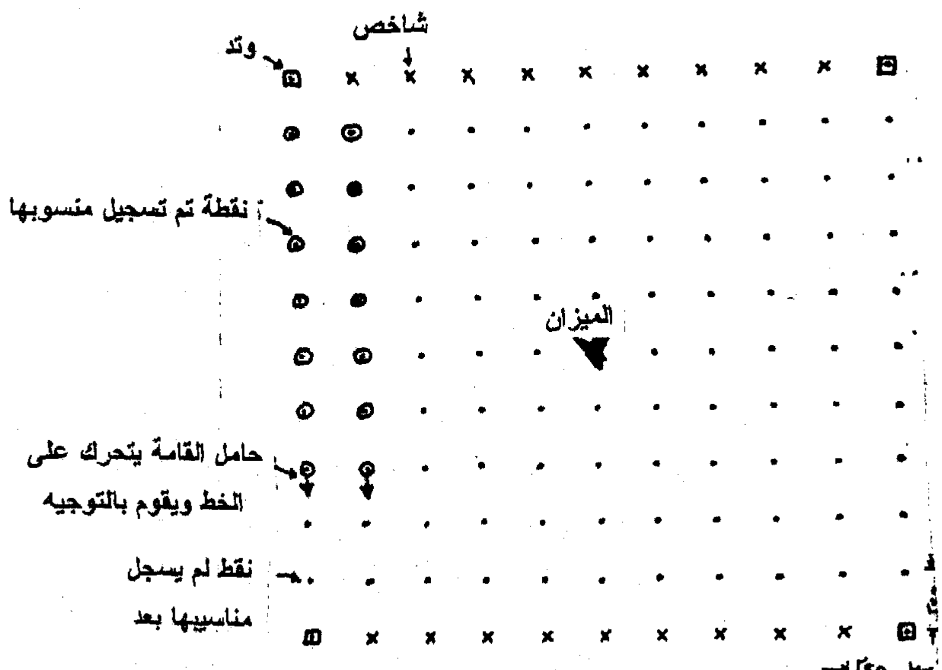
الطريقة الأولى:

وفيه تقسيم الأرض الى مجموعة من المربعات أو المستطيلات أو مثلثات وهى تتم كالتالى:

١- الحصول على خريطة للأرض المراد عمل ميزانية شبكية عليها، كما يجب معرفة الغرض الذى نشأ من أجله الخريطة ومعاينة الأرض بالطبيعة وذلك لتحديد أطوال أضلاع المربعات أو المستطيلات.
٢- والمعتاد أن يكون طول ضلع المربع من ٢٥ الى ١٠٠ متر فى الأراضى الزراعية إذا كان الغرض مجرد معرفة طبوغرافية الأرض. أما إذا كان الغرض حساب مكعبات تسوية الأرض فيجب أن يقل طول ضلع المربع ٢٥ متراً وهو المألوف فى أراضى الأصلاح وردم البرك.
٣- وبعد تحديد طول ضلع المربع أو المستطيل نرسم هذه المستطيلات أو المربعات على الخريطة، وطبيعى إذا كانت الأرض على شكل مربع أو مستطيل قسمت الى مجموعة صحيحة من المستطيلات أو المربعات، أما إذا كانت غير ذلك فتكون هناك مجموعة من المربعات أو المستطيلات ومجموعة من أشباه المنحرفات والمثلثات حسب شكل الأرض
٤- توقع هذه نقاط اركان المربعات او المستطيلات فى الطبيعة
٥- ولبيان هذه النقط توضع فيها شواخص ترفع من مكانها بعد إنتهاء العمل، أو تدق فيها أوتاد.
٦- وبعد توقيع هذه الأركان تسلسل ميزانية من روبير قريب، ونقف بالميزان فى مكان مناسب ويكون فى هذه الحالة معروف المنسوب، ويجب ملاحظة أن الوضع الواحد للميزان يغطى مساحة ٢٠٠ × ٢٠٠ متر تقريباً أى ٤٠٠٠٠م^{2} أى مساحة تقدر بحوالى ١٠ أفدنة.

٧- توضع القامة على النقطة رقم (١) ويستنتج منسوبها الذى يساوى (منسوب سطح الميزان - قراءة القامة). ثم يكتب المنسوب مباشرة على الخريطة ثم تنتقل القامة الى النقطة رقم (٢) وهكذا حتى نهاية العملية.

٨- فى هذه الطريقة يقوم يقوم باستعمال الميزان وتدوين القراءات وفردين يتحركان بقامتين. وفى هذه الطريقة يتم تخطيط مربع ٢٥٠ × ٢٥٠ متر بواسطة الثيودوليت والشريط. ويتم وضع الميزان فى منتصف المساحة ووضع الشواخص على حافتين متقابلتين من الحقل على مسافات ٢٥ متر كما شكل (٧-١٦) ويمكن للفردين حاملى القامة أن يقوما بمعايرة خطواتهما لمسافة ٢٥ متر وأن يقوما بالأتفاق مع قارئ الميزان على اشارة معينة يستدل بها على انتهاء قراءة القامة. وطريقة العمل تتلخص فى أن يقف فردين حاملين القامة ويتحركان فى اتجاه واحد من خط الأساس فى اتجاه الخط المقابل بحيث يقوم قارئ الميزان بقراءة القامة فى أثناء تحرك الثانى الى النقطة التالية مع مراعاة المحافظة على اتجاه الخط بأن يوجد حامل القامة نفسه بين الشاخصين الموجودين على الخطين الأساسين المتقابلين. ان تقدير المسافة بين النقط بواسطة الخطوة يحدد موقع النقط بدقة تصل الى ١ متر لمسافة ٢٥ متر وهذا يعتبر تقدير كافى حيث أن عدد النقط للفدان يعتبر أهم من دقة تحديد المسافة بين النقط.



شكل (٧-١٦)

الطريقة الثانية:

وتعرف بطريقة المحور، وتتم كالتالى:

١- ينتخب فى وسط الأرض محور مستقيم كحرف طريق أو قناة للرى، فإن لم يوجد يعين محور بأوتاد أو شواخص، ويوقع هذا المحور على الخريطة. (أو يعتبر أحد حدود الأرض إذا كان مستقيما كمحور). ثم يوضع الميزان فى مكان مناسب بعد استنتاج منسوب سطحه.

٢- تقام أعمدة على هذا المحور كل ٥٠ ، ١٠٠ مترا إذا كان إنحدار الأرض منتظما، أو عند كل نقطة يلاحظ عندها إختلاف كبير فى الإنحدار، ثم تقرأ القامة على المحور أولا، وتنقل فى الإتجاهات المتعامدة عليه يمينا ويسارا الى كل نقطة يلاحظ فيها إختلاف كبير فى الإنحدار. وفى اثناء هذه العملية يقاس بعد النقطة عن المحور وهذه العملية شبيهه بعملية الإحداثيات فى رفع المناطق بواسطة الجنزير. وبعد توقيع المحور على الخريطة تقام عليه الأعمدة فى نفس المواقع التى أقيمت فيها على الطبيعة وتوقع عليها النقط ومناسيبها.

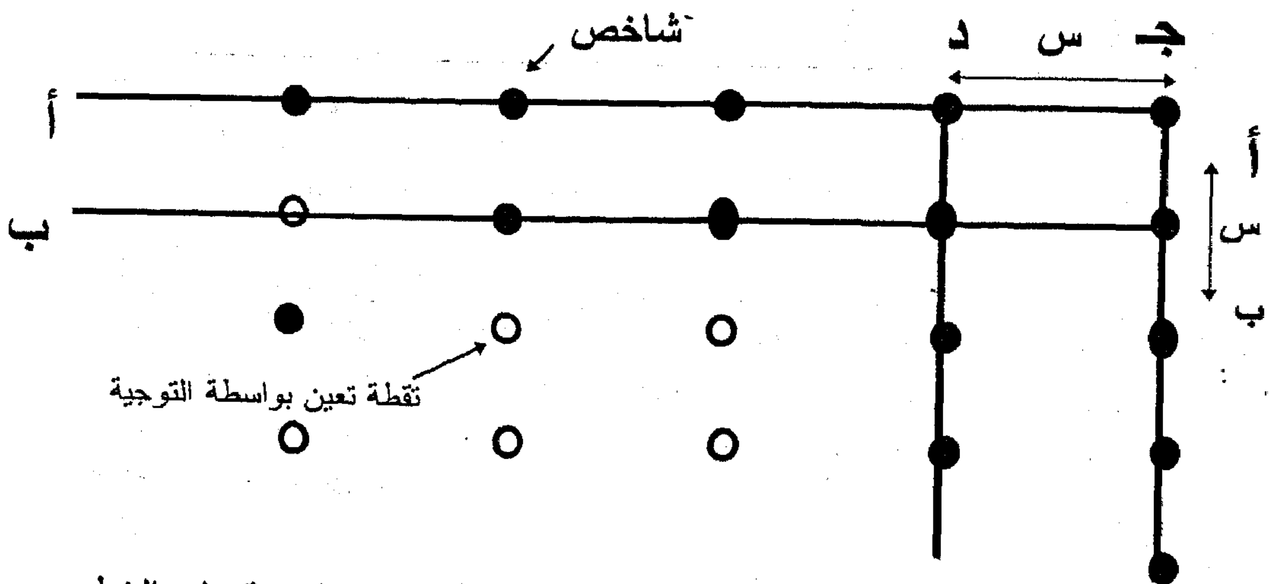
أثناء القيام بالميزانية الشبكية يمكن نقل الميزان من موضع الى آخر على ان تظل القامة الموضوعة على إحدى النقط فى مكانها والمؤخذ عندها أخر قراءة في الوضع الحالى حتى يضبط الميزان فى وضعه الجديد ويؤخذ عليها قراءة أخرى (نقطة دوران). ثم نستمر فى نقل القامة من نقطة الى أخرى.

ويوضح شكل (٧-١٧) ميزانية شبكية لأحد الحقول . ويمكن تعريف أى نقطة على الخريطة بترقيم الخطوط الرأسية بحروف مثلا والخطوط الأفقية بأرقام. فمثلاً يكون منسوب النقطة أ ٥ يساوى ١١,٠٦ والنقطة جـ٤ يساوى ١١,٣٨ متر وهكذا. والمسافة بين النقط أو الأركان ٣٠ × ٣٠ متر.

وفى الطبيعة فإن وضع العلامات أو الأوتاد عند اجراء الميزانية الشبكية يتم تخطيط خطين متوازين لحدين متعامدين من حدود الأرض وذلك بوضع الشواخص على مسافات تتراواح بين ١٥ - ٣٠ متر باستعمال الشريط ويتم التوجيه وعمل الزاوية القائمة بين الخطوط باستعمال الثيودوليت هذا وتعين بقية النقط بواسطة التوجيه ويمكن استعمال الخطوة فى قياس المسافات الأفقية ايضاً كما هو موضح بشكل (٧-١٨).

	أ	ب	جـ	د	هـ
٦	١٠,٨٦	١٠,٩٢	١٠,٠٦	١٠,٩٠	١٠,٧٦
٥	١١,٠٦	١١,١٦	١١,٢٢	١١,٠٦	١٠,٩٢
٤	١١,٢٢	١١,٢٨	١١,٣٨	١١,٢٢	١٠,٠٦
٣	١١,٣٨	١١,٢٢	١١,٥٢	١١,٣٨	١١,٢٢
٢	١١,٩٨	١١,٩٠	١١,٦٨	١١,٥٢	١١,٣٨
١	١٢,١٤	١١,٩٨	١١,٨٢	١١,٧٦	١١,٦٨

شكل (٧-١٧): مناسيب النقط على رؤوس مربعات (المناسيب بالمتر)



خطوط الأساس أ-أ ، ب-ب تخطط بواسطة التيودوليت عمودية على الخطين جـ-جـ ، د-د.

● نقط الأركان تخطط بواسطة القياس بالشريط على خطوط الأساس

○ نقط أركان تخطط بواسطة التوجية في اتجاهين بمساعدة الشواخص على خطوط الأساس

أمثلة محلوله

مثال١: أجريت ميزانية طولية من نقطة منسوبها ٢٢,٧٥ مترا وكانت القراءات المدونة بين قوسين مؤخرات والبعديين كل قرائتين ٥٠ مترا، والقراءات هي: ١,١٢، ١,٤٥، ١,٦٧، ١,٩٢، (٢,١٥)، ١,٦٥، ١,٤٧، ١,٠٢، (١,١٤)، ١,٢٧، ١,٥٦. بطريقة سطح الميزان

الحل:

النقطة	المسافات	مؤخرات	متوسطات	مقدمات	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة
١	صفر	١,١٢			٢٣,٨٧	٢٢,٧٥
٢	٥٠		١,٤٥			٢٢,٤٢
٣	١٠٠		١,٦٧			٢٢,٢٠
٤	١٥٠	٢,١٥		١,٩٢	٢٤,١٠	٢١,٩٥
٥	٢٠٠		١,٦٥			٢٢,٤٥
٦	٢٥٠		١,٤٧			٢٢,٦٣
٧	٣٠٠	١,١٤		١,٠٢	٢٤,٢٢	٢٣,٠٨
٨	٣٥٠		١,٢٧			٢٢,٩٥
٩	٤٠٠			١,٥٦		٢٢,٦٦
		٤,٤١		٤,٥٠		٢٢,٧٥

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٤,٤١ – ٤,٥٠ = –٠,٠٩ مترا

منسوب أخر نقطة –منسوب أول نقطة= ٢٢,٦٦ – ٢٢,٧٥ = –٠,٠٩ مترا

مثال٢: القراءات الآتية أخذت على أرض منتظمة الانحدار إلى أعلى: ٢,٣٠– ١,٨٣ – ١,١٣ – ٠,٨٦ – ٣,٨٠ – ٣,٢٢ – ٢,٩٨ – ٢,٠٤ – ١,١٨ – ٢,٩٥ – ٢,٢٤ – ١,٨٧ – ٠,٨٥ – ٠,٠٢ فإذا كان منسوب النقطة الأولى هو ١٥,١٨ فعين منسوب آخر نقطة بحيث يمكن التحقق من مناسيب جميع النقط الأخرى.

الحل:

بما أن الأرض منحدرة إلى أعلى بانتظام فإن قراءات القامة سوف تأخذ فى النقصان بالتدرج وعندما تنقلب قراءات القامة بالزيادة فجأة فإن

سطح الميزان يكون قد تغير عند هذه القراءاة حيث تكون هذه القراءة مؤخرة ويمكن استنتاج أوضاع الميزان المختلفة بنفس الطريقة كما هو مبين بالجدول.

وتدون الميزانية بطريقة الارتفاع والانخفاض حتى يمكن التحقق من مناسيب جميع النقط

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع +	فرق الارتفاع −	منسوب النقطة
١	٢,٣٠			−	−	١٥,١٨
٢		١,٨٣		٠,٤٧		١٥,٠٠
٣		١,١٣		٠,٧٠		١٦,٣٥
٤	٣,٨٠		٠,٨٦	٠,٢٧		١٦,٦٢
٥		٣,٢٢		٠,٥٨		١٧,٢٠
٦		٢,٩٨		٠,٢٤		١٧,٤٤
٧		٢,٠٤		٠,٩٤		١٨,٣٨
٨	٢,٩٥		١,١٨	٠,٨٦		١٩,٢٤
٩		٢,٢٤		٠,٧١		١٩,٩٥
١٠		١,٨٧		٠,٣٧		٢٠,٣٢
١١		٠,٨٥		١,٠٢		٢١,٣٤
١٢			٠,٠٢	٠,٨٣		٢٢,١٧
			٢,٠٦	٦,٩٩	−	

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات − مجموع المقدمات = ٩,٠٥ − ٢,٠٦ = ٦,٩٩

منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة = ٢٢,١٧ − ١٥,١٨ = ٦,٩٩ مترا

مجموع الزوائد − مجموع النواقص = ٦,٩٩ − صفر = ٦,٩٩

مثال٣: عند تنفيذ ميزانية على محور مشروع كانت قراءة القامة كما يلى:
٢,٠٥ − ٢,٨٢ − (١,٦٦) − ١,١٧ − (١,٧١) − ٢,٠٩ − ٢,٢٩ − ٢,٨٨ − (٣,٢٥) − ٣,٧٢ − ٣,٢١ − (٢,٧٧) − ٢,١١ − (١,٩٩) − ١,٦٦ − ١,٥٠ − ١,٠٨ وكانت القراءات بين الأقواس مؤخرات منسوب النقطة الرابع ٢٠,٠٥. احسب مناسيب النقط.

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع		منسوب النقطة
				+	−	
١	٢,٠٥			−	−	٢٠,٧١
٢	١,٦٦		٢,٨٢		٠,٧٧	١٩,٩٤
٣	١,٧١		١,١٧	٠,٤٩		٢٠,٤٣
٤		٢,٠٩			٠,٣٨	٢٠,٠٥
٥		٢,٢٩			٠,٢٠	١٩,٨٥
٦	٣,٢٥		٢,٨٨		٠,٥٩	١٩,٢٦
٧		٣,٧٢			٠,٤٧	١٨,٧٩
٨	٢,٧٧		٣,٢١	٠,٥١		١٩,٣٠
٩	١,٩٩		٢,١١	٠,٦٦		١٩,٩٦
١٠		١,٦٦		٠,٣٣		٢٠,٢٩
١١		١,٥٠		٠,١٦		٢٠,٤٥
١٢			١,٠٨	٠,٤٢		٢٠,٨٧
	١٣,٤٣		١٣,٢٧	٢,٥٧	٢,٤١	

التحقيق الحسابى:

مجموع المؤخرات − مجموع المقدمات = ١٣,٤٣ − ١٣,٢٧ = ٠,١٦

مجموع الزوائد − مجموع النواقص = ٢,٥٧ − ٢,٤١ = ٠,١٦

منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة = ٢٠,٨٧ − ٢٠,٧١ = ٠,١٦

مثال٤: أجريت ميزانية على محور مشروع مقترح وكانت القراءات كما يلى: ٢,٨٠ − ١,٢٠ − ١,٦٠ − ١,٩٠ − ١,١٠ − ١,٨٠ − ٢,٣٠ − ١,٥٠ − ٣,٣٠ − ١,٤٠ − ١,٨٠ − ١,٦٠ − ٣,٢٠ − ٢,٨٠ − ٣,٢٠ وكانت النقاط الثانية والخامسة والسادسة والسابعة نقط دوران ومنسوب النقطة الثالثة ٩,٣٠ والمسافة بين النقط متساوية وتساوى ١٠٠ متر وللحكم على دقة الميزانية سلسلة الميزانية من آخر نقطة على محور المشروع إلى أن وصلنا إلى روبير منسوبه ١٢,٠٠ متراً وكانت القراءات كما يلى: ١,٨٠ − ١,٢٠ − ٢,٦٠ − ٢,٣٠ − ١,١٠ − ٠,٦٠ احسب مناسيب النقط ومع حكمك على دقة الميزانية واحسب منسوب المشروع المقترح وإرتفاع الحفر أو الردم إذا كان منسوب بداية المشروع ٩ متر ويميل إلى أعلى بنسبة ٠,٠٥٪ ثم ارسم قطاع موضحاً منسوب الأرض ومنسوب المشروع

الحل

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	فرق الارتفاع +	فرق الارتفاع −	منسوب النقطة	منسوب المشروع	إرتفاع الحفر	عمق الردم
١	٢,٨٠			−	−	٨,٠٠	٩,٠٠	−	١,٠٠
٢	١,٦٠		١,٢٠	١,٦٠		٩,٦٠	٩,٠٥	٠,٥٥	−
٣		١,٩٠			٠,٣٠	٩,٣٠	٩,١٠	٠,٢٠	−
٤		١,١٠		٠,٨٠		١٠,١٠	٩,١٥	−	٠,٠٥
٥	٢,٣٠		١,٨٠		٠,٧٠	٩,٤٠	٩,٢٠	−	٠,٨٠
٦	٣,٣٠		١,٥٠	٠,٨٠		١٠,٢٠	٩,٢٥	−	٠,٠٥
٧	١,٨٠		١,٤٠	١,٩٠		١٢,١٠	٩,٣٠	١,٨٠	−
٨		١,٦٠		٠,٢٠		١٢,٣٠	٩,٣٥	١,٩٥	−
٩		٣,٢٠			١,٦٠	١٠,٧٠	٩,٤٠	٠,٣٠	−
١٠		٢,٨٠		٠,٤٠		١١,١٠	٩,٤٥	٠,٦٥	−
١١	١,٨٠		٣,٢٠		٠,٤٠	١٠,٧٠	٩,٥٠	٠,٢٠	−
أ	٢,٦٠		١,٢٠	٠,٦٠		١١,٣٠	−	−	−
ب	١,١٠		٢,٣٠	٠,٣٠		١١,٦٠	−	−	−
جـ			٠,٦٠	٠,٥٠		١٢,١٠	−	−	−
	١٧,٣٠		١٣,٢٠	٧,١٠	٣,٠٠				

التحقيق الحسابي:

مجموع المؤخرات − مجموع المقدمات = ١٧,٣٠ − ١٣,٢٠ = ٤,١٠

مجموع الزوائد − مجموع النواقص = ٧,١٠ − ٣,٠٠ = ٤,١٠

منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة = ١٢,١٠ − ٨,٠٠ = ٤,١٠

تمارين على الباب السابع

١- من جدول الميزانية التالية أحسب منسوب كل من نقطة أ ونقطة ب

مؤخرات	متوسطات	مقدمات	ملاحظات
٣,٩٢			نقطة أ
١,٤٦		٧,٧٨	
٧,٠٥		٣,٢٧	
	٢,٣٦		نقطة ب
٤,٨١		٠,٨٥	
٨,٦٣		٢,٩٧	
٧,٠٢		٣,١٩	
		٤,٢٨	روبير معلوم

٢- عملت ميزانية طولية وبدأت من نقطة ١ المعلوم منسوبها ٣٠٣,٤٨ متر وأنتهت الميزانيـة عند نقطة ب وكان منسوبها ٣٢٢,٠٠ متر. ولعمل التحقيق عملت ميزانية فى الأتجاه العكسى من ب الى أ وكانت القراءات كما هو مبين فى الجدول التالى. أوجد الخطأ فى الربط على نقطة أ. وإذا كان طول الميزانية ١٦ كيلو متر فهل هذا الخطأ مسموح به أم لا.

مؤخرات	مقدمات	ملاحظات
٣,٦٨		نقطة ب
٢,٤٣	١٠,٠٢	
٥,٩٠	٩,١٧	
٨,١٦	١,٢٣	
٢,٣٩	٤,٠٥	
٥,٩٧	١١,١٢	
٢,٣٦	٦,٢٨	
	٧,٥١	نقطة أ

٣- لعمل ميزانية بدأت من روبير منسوبه ١٩,٣٥ فى إتجاه المشروع حيث كانت قراءات القامة هى: (١,٢٤) - ٢,٠٥ - (١,٦٦) - ١,١٧ - (٢,٧١) - ٢,٠٩ - ٢,٢٩ - ٢,٨٨ - (٣,٢٥) - ٣,٧٢.
القراءات بين الأقواس مؤخرات. دون الأرصاد فى جدول حسب مناسيب النقط.

٤- أخذت القراءات الآتية فى ميزانية من روبير منسوبه (-١,٦٤) بقصد إيجاد المناسيب على القطاع الطولى لمحور مشروع من أ إلى ب: ٠,٧٤، (٠,٧٦)، ٠,٤٤، ٠,٧٤، (٢,٨٧)، ٠,٨٤، (٠,٠١)، ٢,٢٤، صفر، ٣,٤٢ والقراءات بين الأقواس مقدمات عين مناسيب النقط المختلفة فى جدول وحقق العمل حسابياً.

٥- أخذت القراءات الآتية بقصد تعيين مناسيب النقط المختلفة على قطاع طولى فكانت: ٣,٦٥، (٣,١٠)، ٢,١٠، ٢,٧٠،(١,٥٠)، ٢,٨٢، ٢,٣٤، (٣,٢٥) ، ٣,٤٨، ٢,١٥، (٠,٣٢)، ٢,٤٧، ٣,٧٥ فإذا كانت القراءات بين الأقواس هى مقدمات وكان منسوب النقطة الرابعة هو (٢,٦٥) متراً عين مناسيب على طول القطاع بطريقة الارتفاع والانخفاض مع تحقيق العمل الحسابى.

٦- أخذت قراءات القامة التالية فى ميزانية طولية:

المؤخرات هى: ١,٦٤٦ ، ٢,١٩٩ ، ٣,١٦٤ ، ١,٧٤٤

المتوسطات هى: ٢,٤٢٢ ، ٣,٤٨٤ ، ٢,٨٦٤

المقدمات هى: ٣,٥١١ ، ١,١٧٤ ، ٢,٢٨٨ ، ٢,١٦٤

عين مناسيب النقط المختلفة فى جدول الميزانية بطريقة سطح الميزان إذا كان منسوب النقطة الأخيرة هو ٢,٨٧٦ وأن القراءات على النقط الثانية والثالثة والخامسة متوسطات. حقق العمل الحسابى.

٧- أجريت ميزانية طولية على أرض تنحدر فى إتجاه واحد فكانت القراءات هى: ١,٩٥ ، ١,٢٧ ، ١,٤٨ ، ٠,٩٨ ، ٠,١٨ ، ٢,٨٥ ، ١,٥٠ ، ١,١٢ ، ١,٨٤ ، ١,٢٣ ، ٢,٩٥ ، ٠,٠٠ ، ٢,٣٠ ، ٢,٢٨ ، ٢,٩٨ ، ٢,٠٠ فإذا كان منسوب أول نقطة هو (١١,٢٠) فاحسب مناسيب النقط الثالثة والخامسة والسابعة والتاسعة علماً بأن النقطة الثانية والرابعة والسادسة والثامنة كانت نقط دوران.

٨- لعمل قطاع طولى كان منسوب أول نقطة فى القطاع ٤ متر والمسافة بين النقط على المحور متساوية ومقدارها ٥٠ متر وكانت قراءات القامة كما يلى: ١,٤٠ ١,٦٠ - ٢,٠٠ - ١,٥٠ - ١,٧٠ - ٢,١٠ - ١,٦٠ -

١,٩٠ - ١,٨٠ - ٢,١٠ - ٢,٠٠ حيث نقل الميزان بعد أخذ القراءات الثالثة والسابعة والتاسعة والحادية عشر من نقط القطاع. أحسب مناسيب النقط فى جدول بالطريقة التى تمكنك من تحقيق مناسيب نقط المتوسطات. ثم ارسم كروكى يوضح تغير المنسوب فى إتجاه هذا القطاع بمقياس رسم مناسب.

٩- أخذت القراءات الآتية بقصد تعيين مناسيب النقط المختلفة للقطاع الطولى أ ب - فكانت: ١,١٤، ٢,١٣ ، ١,٩٥، ١,٧٨، ١,١٠، ٢,٣٤ ، ٣,٢٥، ٣,٤١، ٢,٠١، ١,٣٧، ٢,٤٣، ٢,٧٢ وكانت القراءات الثانية والخامسة والثامنة هى مقدمات ومنسوب النقطة السادسة هو (٨,٦٠). عين مناسيب النقاط بطريقتى سطح الميزان وفرق الأرتفاع فى جدول واحد وما حكمك على هذه الميزانية إذا كانت المسافة أ ب ٨٠٠ متر ونقطة ب روبير منسوبه ٩,٢٩ متراً.

١٠- لعمل قطاع طولى أخذت القراءات التالية على نقط القطاع: ٢,١٥ ، ٠,٧٥ ، ٣,١٤ ، ١,١٢ ، ٠,١٨ ، ١,٤٣ ، ٢,١٤ ، ٣,٢٢، ١,٨٢، ٢,٤٥ ، ١,١٣ وكان الميزان قد نقل بعد النقط الثالثة والرابعة والسابعة من نقط المشروع التى تتباعد عن بعضها بمقدار ٣٠ مترا - احسب مناسيب النقط إذا كان منسوب أول نقطة هو ٢٦,٣٨ - ارسم القطاع الطولى مبيناً عليه الأرض الطبيعية وخط الإنشاء لطريق يميل إلى ٠,٥ أعلى منسوب أوله ٢٥,٥٠ - وعين إرتفاع الحفر والردم اللازمين لإتمام هذا الطريق.

١١- عند إجراء ميزانية طولية على قطاع طولى كانت قراءات القامة:
٣,١١ ، ٢,٨٥ ، ١,٩٧ ، ٢,٠٨ ، ٢,٨٥ ، ١,٥٩ ، ١,١٢
٢,٩٥ ، ٠,٨٤ ، صفر ، صفر ، ١,١٨ ، ١,٢٤ ، ٠,٤٤
٠,٢٣ ، ١,١٣ ، ١,٨٧ وكان الميزان قد نقل بعد القراءات الرابعة والسادسة والعاشرة والرابعة عشر عين فى جدول للميزانية مناسيب نقط القطاع إذا كان منسوب النقطة الخامسة هو متران تحت سطح البحر - وإذا أريد تسوية هذا القطاع بحيث يميل ٠,٥ ٪ إلى أسفل مع ثبات منسوب النقطة الرابعة فى الميزانية - فعين فى نفس الجدول إرتفاع الحفر والردم إذا كانت نقط القطاع تتباعد ٤٠ مترا بعضها البعض.

١٢- أخذت القراءات الآتية فى ميزانية: ١,٩٧ ، ١,٠٤ ، ٠,٧٠ ، ٠,٤٦ ، ٠,٣١ ، (٠,٢٨) - ١,١٦ ، ٠,٩٢ - ٠,٧٠ ، ٠,٤٢ ، (٠,١٠)، ١,١٨،

٠,٩٢ ، ٠,٦٠ ، ٠,٤٣ ، (١,٠٨) ، ٠,٢١ ، (١,٢٠)، ٠,٢١ ، ١,٢٠، فإذا كانت القراءات بين القوسين مقدمات:

أ- أوجد مناسيب النقط بطريقة الارتفاع والانخفاض.

ب- ارسم القطاع بمقياس ١ : ١٠٠٠ الأفقى، ١ : ٥٠ للرأسى.

١٣- لعمل ميزانية طولية على محور مشروع لإقامة ترعة للرى أخذت مجموعة من القراءات بحيث أن كل موضع للميزان يحتوى على متوسطة واحدة والمسافات بين النقط متساوية وتساوى ١٠٠متر. ولإيجاد منسوب أول نقطة أخذت مجموعة من القراءات من ثلاثة أوضاع للميزان من روبير قريب منسوبه ١٨,٣٢. وللحكم على دقة الميزانية أخذت مجموعة أخرى من القراءات لوضعين أثنين للميزان حتى أن وصلت إلى نفس الروبير الأول. وكانت القراءات جميعها هى: ١,٢٢ - ١,٦٥ - ٢,٢٥ - ١,١٥ - ٢,١٣ - ١,٧٨ - ٢,٦٨ - ٢,٧٤ - ٣,٠٤ - ١,٠٩ - ٣,٠٨ - ٢,٤٧ - ١,١٦ - ٤,٠٠ - ١,٢٦ - ٣,٧٨ - ١,٢٤ - ٢,٥٧ - ٢,٥٤ - ١,٣٣ - ٢,٤٩ - ١,١٧ - ٢,٥٦ - ١,٩٧ - ٣,٦٤ وكان حدث خطأ فى وضع القامة بالنسبة للنقطة الخامسة فقط فقد وضعت القامة مقلوبة. أجب على الآتى: فى الجدول أدناه:

١- أحسب مناسيب النقط بطريقة فرق الأرتفاع والانخفاض مع التحقيق الحسابى وما حكمك على دقة الميزانية.

٢- أحسب إرتفاع الحفر أو الردم إذا منسوب أول الترعة ١٩,٠٠ وتميل إلى أسفل بنسبة ٠,١٪.

١٤- لإيجاد منسوب نقطة بدأت من روبير منسوب ٢٢,٣١ وكانت قراءة القامة كالآتى: ٠,٨٢ - (١,٩١) - ١,٦٦ - ١,٢١ - ١,٨٨ - ٢,٩١ - (٣,١٤) - ٣,١٢ - ٢,٧٥ - (٢,٢٢) - ١,٨١. فإذا كانت القراءات بين الأقواس متوسطات. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت بعد ذلك إلى روبير قريب حيث أحتجت إلى ٣ أوضاع للميزان وكانت قراءتها ٢,١٤ - ٢,٧٥ - ١,٩٨ - ١,٢٣ - ٠,٩٨ - ١,١٧. أحسب مناسيب النقط فى جدول واحد. وما حكمك على الميزانية إذا كان منسوب الروبير الأخير ٢١,٠٠ والمسافة المقطوعة أقل من الكيلومتر.

١٥- أخذت قراءات القامة التالية عند عمل ميزانية طولية:

مؤخرات: ٠,٠٤ - ٢,١٩ - ٣,٦٤ -٠٤٤,

متوسطات: ١,٤٨ - ٣,٤٨ - ١,٨٦

مقدمـات: ٢,٠١ – ٢,١٧ – ٠,١٧ – ٢,٢٨ – ٢,٠٦
عين مناسيب النقط المختلفة بطريقة سطح الميزان إذا كان منسوب النقطة الأولى هو ٢,٨٧٦ وإذا كانت المتوسطات هى النقط الثانية والثالثة والخامسة.

١٦- عملت ميزانية طولية على محور مشروع فكانت القراءات كالآتى:- ١,٩٧ – ٢,٩٨ – ١,١٣ – ١,٣٥ – ٢,٤٥ – ١,٨٧ – ١,٠٥ – ٢,٠٠ – ١,٩٣ – ٢,٠٠ – ٣,٩٤ – ٢,١٦ – ٣,١٧ – ٢,٩٧ – ١,٦٠ – ١,٢٠ – ٢,٦٣ – ٣,٧٤. وكانت النقط الثانية والرابعة والخامسة فقط دوران. ونقل الميزان أيضاً بعد القراءة الثانية عشرة ولإيجاد منسوب أول نقطة سلسلت الميزانية من روبير قريب منسوبه ٣٢,١٥ وأخذت القراءات التالية ١,٢٠ – ١,١٥ – ٢,١٦ – ٣,٠٨ – ١,١٢ – ٢,٠٥ حتى أن وصلت إلى أول نقطة على المشروع. وللحكم على دقة الميزانية سلسلت الميزانية من آخر نقطة حتى أن وصلت إلى روبير آخر منسوبه ٢٦,٤٨ وكانت القراءات كالآتى:-
١,١٢ – ١,٧٥ – ٢,٠٦ – ٣,٠٦ – أجب على الآتى:-
أ- أحسب مناسيب النقط بطريقة فرق الإرتفاع والانخفاض مع التحقيق الحسابى.
ب- ما حكمك على دقة الميزانية إذا كانت المسافة بين النقط متساوية وتساوى ٢٠٠ متر.

١٧- فى سلسلة لميزانية لم يحتاج الأمر لأخذ متوسطات كانت القراءة كـالآتى: ٣,١٢ – ٣,٧١ – ٣,٢٨ – ٢,٧٧ – ١,٧٥ – ١,٩٨ – ٢,١٥ ٢,٨٩ – ٣,١٢ – ١,٦٨ – ٢,٧٠ – ٢,٩٤ – ٣,٢٧ – ٢,١٨ – ٣,١٧ – ٣,٠٠ – ٣,٥٢ – ٢,١٨ ومنسوب النقطة السابعة ٧٦,٢٥. احسب مناسيب النقط فى جدول بطريقة منسوب سطح الميزان مع التحقيق الحسابى.

١٨- أخذت القراءات التالية على القامة عند عمل ميزانية طولية فكانت: ١,٤١ – ٢,٩٠ – ٣,٠٠ – ٢,٢٠ – ١,٣٠ – ١,٨٠ – ١,٥٠ – ١,٩٠. فإذا تغير وضع الميزان بعد القراءتين الرابعة والسادسة وكان منسوب أول نقطة فى الميزانية (١٦,٠٠). أوجد مناسيب النقط المختلفة فى جدول بطريقتين مع تحقيق الحساب.

١٩- أثناء عمل ميزانية أخذت الأرصاد الآتية: ٠,٨٩ - ١,٨٢ - ١,١٥ - ٢,٠٦ - ٢,٢٨ - ٣,١١ - ٢,٧٥ - ٢,٩١ - ٢,٢٧ - ٢,٩٠ - ٢,٣٢ - ٢,٩٨ - ١,٥٣ - ١,٢ من هذه القراءات كانت تلك النقط المأخوذة عند النقطة الرابعة والسادسة والسابعة والتاسعة متوسطات وكان منسوب أول نقطة ١٧,٨٥. أوجد مناسيب النقط المختلفة باستخدام طريقة سطح الميزان.

٢٠- لإيجاد منسوب نقطة بدأت من روبير منسوبه ٢٢,٣١ وكانت قراءة القامة كالآتى: ٠,٨٢ - (١,٩١) - ١,٦٦ - ١,٢١ - ١,٨٨ - ٢,٩١ - ٣,١٤ - (٣,٤٥) - ٣,١٢ - ٢,٧٥ - (٢,٢٢) ١,٨١ وللحكم على الميزانية سلسلتها بعد ذلك إلى روبير قريب حيث أحتجت إلى ٣ أوضاع للميزان وكانت قراءتها ٢,١٤ - ٢,٧٥ - ١,٩٨ - ١,٢٣ - ٠,٩٨ - ١,١٧. احسب مناسيب النقط فى جدول واحد. وما حكمك على دقة الميزانية إذا كان منسوب الروبير الأخير ٢١,٠٠ والمسافة المقطوعة أقل من الكيلو متر.

٢٢- أثناء عمل قطاع طولى كانت قراءات القامة كالآتى:

الوضع الأول للميزان	١,٢٨ - ١,٩٤ - ٢,٢٥
الوضع الثانى	٢,٧٤ - ٢,١٢
الوضع الثالث	١,٨٤ - ١,٢٢ - ٠٠,٨٧ - ١,٠٠
الوضع الرابع	٠,٥٢ - ١,٢٨
الوضع الخامس	١,١٢ - ١,٨٨ - ٢,٤١

المسافات بين النقط الأربع الأولى متساوية كل منها ٤٠ متر وبعد ذلك تساوى ٣٠ متر. وكان منسوب النقطة الرابعة ٨٥,٣٠ متر بين الأرصاد فى جدول مع حساب مناسيب النقط وارسم كروكى للقطاع بمقياس رسم مناسب.

٢٢- أثناء عمل قطاع طولى بدأت من روبير قريب من أول المشروع منسوبه ٣٨,٤٠ متر سلسلت الميزانية إلى أن وصلت إلى أول نقطة فى القطاع حيث احتجت إلى القراءات التالية: ١,٢٢ - ١,٨٨ - ٣,٠٩ - ١,٧٥ - ١,٢٨ - ١,٧١ بدون متوسطات وابتداءا من أول القطاع كانت القراءات ١,٩٩- ١,٦٥ - ١,٣٢ - ١,١٢ - ١,٠١ - ١,٨٢ - ١,٧١ - ٢,٠٦ - ٢,٤٥ - ٢,٧٩ - ٣,١٧ - ٣,٥٤ حيث أخذت فى كل وضع للميزان متوسطتين المسافات بين نقط الدوران ١٤٠ متر وبين

المتوسطات وبعضها ٤٠ متر. احسب مناسيب النقط فى جدول وارسم القطاع بمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠ للمسافات ١ : ٥٠ للأرتفاعات - وقع على الرسم نفسه محور المشروع الذى ينحدر إلى أسفل بنسبة ٠,٥ ٪ ومنسوب آخر نقطة فيه هو منسوب سطح الأرض الفعلى عند هذه النقطة.

٢٣- عند إنشاء ترعة لرى الأراضى المستصلحة أجريت الميزانية الطولية بين نقطتى أ ، ب وكانت المسافة بين موضع القامة ثابتة وتساوى ٢٥ متر والقراءات على القامة كالآتى: ١,٥٠ - ٢,٧٥ - ٢,٥٥ - ٢,٩٠ - ١,٧٠ - ١,٠٣ - ٣,٩٥ - ١,٣٨ - ٣,٥٤ - ٠,٣٣ - ٣,٤٧ - ٣,٠٥ - ١,٣٨. فإذا كانت النقط الثالثة والخامسة والسابعة نقط دوران ومنسوب النقطة الرابعة ٤,٠٠ متر تحت سطح البحر المطلوب:

١- حساب مناسيب النقط فى جدول مع عمل التحقيق الحسابى.

٢- رسم القطاع الطولى للأرض ومحور الترعة إذا كان منسوب أول الترعة هو منسوب النقطة الأولى ومحورها يميل بمقدار ٠,٢٥٪ إلى أسفل.

٢٤- أجريت الميزانية الطولية بين نقطتين س ، ص لعمل ماسورة مياه وكانت المسافة بين النقط الثابتة تساوى ٢٠ متر والقراءات على القامة كالآتى: ٠,٣٣ - ٢,٣٨ - (٣,١٩) - ٠,٤٩ - ١,٩١ - (٣,٤٩) - ٣,٣٧ - ٠,١٤ - (٤,٠٠) - ١,٣٧ - (١,٢٢) - ٢,٣٤ - ١,٩٩ - (٣,٨٩) - ١,٠٥ فإذا كانت القراءات بين الأقواس مؤخرات ومنسوب النقطة السادسة ١٠,٠٠م فوق سطح البحر.

المطلوب:

١- حساب مناسيب جميع النقط مع التحقيق الحسابى.

٢- رسم القطاع الطولى من س إلى ص مبينا عليه إرتفاع الردم وعمق الحفر أى كان منسوب أول الماسورة هو منسوب النقطة الأولى ومحورها يميل بمقدار ٢٪ إلى أسفل. مقياس الرسم للمسافات $(\frac{1}{1000})$ والرأسى $(\frac{1}{100})$.

الباب الثامن
حسابات مكعبات
الحفر والردم

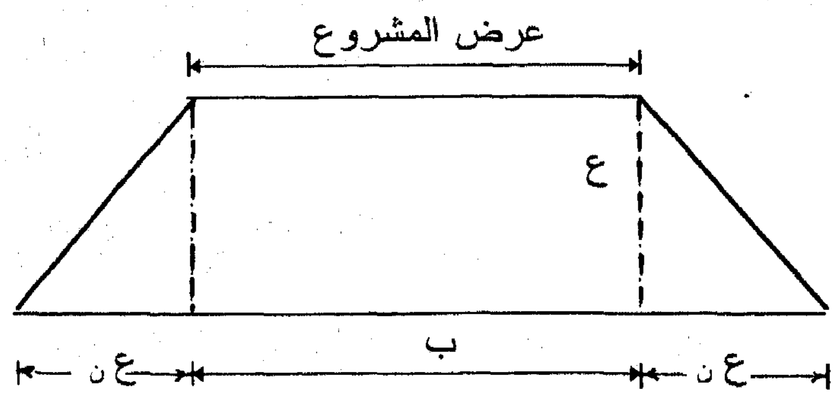
الباب الثامن

حسابات مكعبات الحفر والردم

٨-١- حساب المكعبات من القطاعات الطولية:

نحتاج الى إستعمال هذه الطريقة فى عمليات إنشاء الترع والمصارف والطرق والكبارى وفيها يمكن عمل قطاعات (طولية وعرضية) فى الأرض وتوقيع خط المشروع (المحور) عليها وتحديد مناطق الحفر والردم. بعد الإنتهاء من رسم وتوقيع القطاعات الطولية والعرضية يمكن تقسيم القطاع الى عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعيين عرضيين مع إعتبار أن الأرض منتظمة الميل ويمكن حساب المكعبات بطريقة المنشور المجسم.

ويلاحظ فى معظم المشروعات وخصوصاً الزراعية منها أن المقطع العرضى لأية مشروع يكون على هيئة شبه منحرف وليس مستطيلاً. لأن أى مقطع للأرض لابد أن يأخذ الشكل الطبيعى للأرض بعد الإستخدام مثل مقطع الترعة أو مقطع الطرق فأنه يأخذ شكل شبه منحرف وهذا ما يسمى بالميول الجانبية للمشروع على مدى تماسك التربة ونوعية إستخدامه. والميول الجانبية تكتب فى صورة نسبة بين رقمين مثل (١ : ن) والرقم الأول يمثل الإرتفاع الرأسى والثانى يمثل المسافة الأفقية أو بمعنى آخر أن كل وحدة إرتفاع رأسى تقابلها ن من الوحدات للمسافة الأفقية. كما فى شكل (٨-١).



شكل (٨-١)

ولإيجاد مساحة شبة المنحرف بهذا الشكل فأنه يستخدم هذا القانون

مساحة القطاع = $\frac{\text{ب + (ب + ٢ ع ن)}}{\text{٢}}$ × ع = ع (ب + ع ن)

حيث:

ب = عرض القطاع أو عرض المشروع
ع = إرتفاع الحفر أو الردم
ن = الرقم الأفقى للميول الجانبية من العلاقة (١ : ن).

وفى حالة ما إذا كانت الميول الجانبية لا تأخذ شكل العلاقة (١ : ن) فأنه يمكن تعديل هذه النسبة بعملية حسابية سهلة حتى تكون فى النهاية تأخذ الوحدة فى هذه العلاقة. فمثلاً إذا كانت الميول الجانبية المعطاه هى (٣ : ٢) فأنه يجب قبل التعويض فى العلاقة السابقة يجب أن تكون (١ : $\frac{\text{٢}}{\text{٣}}$) وهكذا.

ومن المعادلة السابقة لحساب مساحة القطاع يمكن حساب مقطع المشروع عند جميع النقط التى على المشروع معتمدا على إرتفاع ع وهو إرتفاع الحفر أو الردم المطلوب وبعد ذلك يمكن حساب حجم أتربة الحفر الناتجة أو حجم أتربة الردم اللازمة لأية مسافة بين قطاعين متتاليين:

حجم الأتربة بين قطاعيين = $\frac{\text{مساحة القطاع ١ + مساحة القطاع ٢}}{\text{٢}}$ × المسافة بينهما.

وإذا كانت المسافات متساوية بين القطاعات وكان هناك مجموعة متتالية من القطاعات كلها حفر أو كلها ردم فيمكن إيجاد حجم الأتربة على النحو التالى:

حجم الأتربة

= ($\frac{\text{مساحة القطاع الأول + مساحة القطاع الثانى}}{\text{٢}}$) + مجموع المساحات للقطاعات المتوسطة.

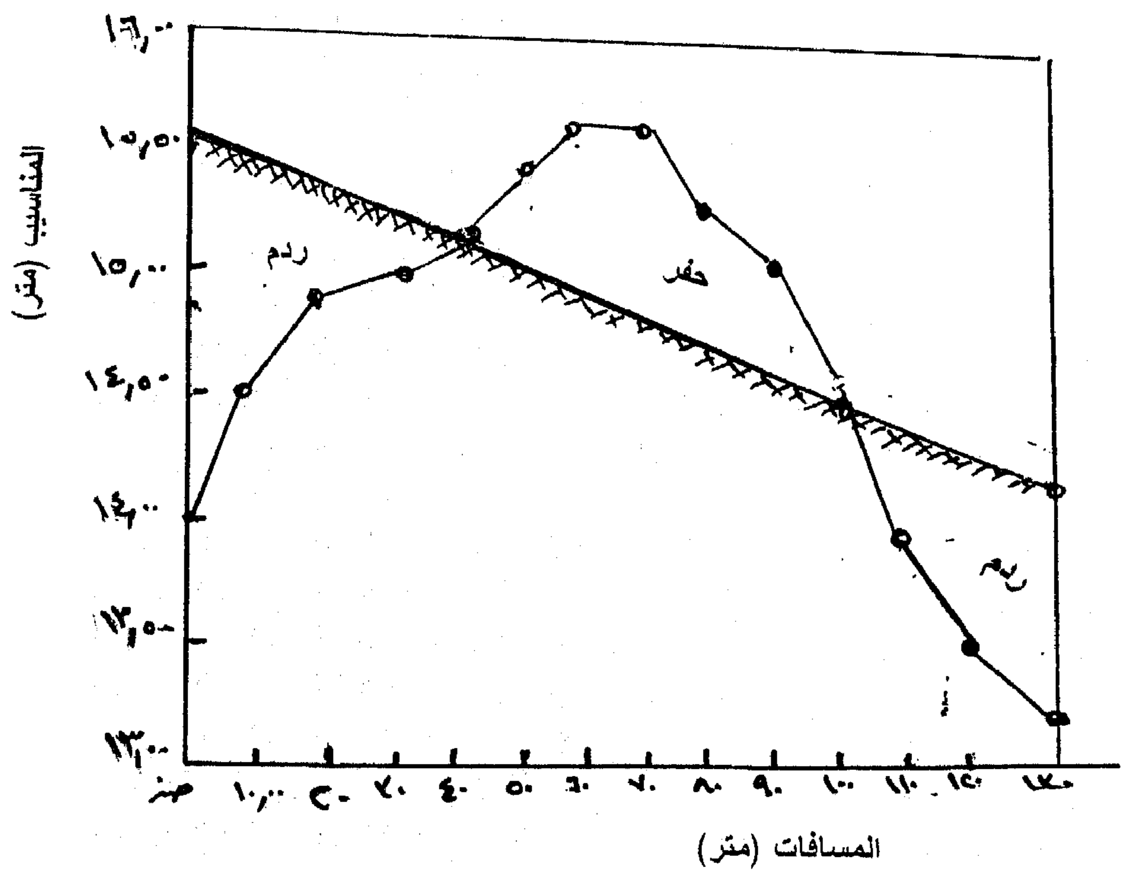
عند حساب حجم الأتربة يجب أخذ الملاحظات الآتية فى الأعتبار:

١- كمية الأتربة المحفورة تزيد بمقدار ٢٠٪ نظرا لأنتفاش التربة عند الحفر بمعنى أن كمية الأتربة الناتجة من الحفر تساوى ١,٢٠ من حجم الحفر المحسوب.
٢- كمية الأتربة اللازمة للردم تزيد بمقدار ١٠٪ نظرا لكبس التربة عند الردم بمعنى أن كمية الأتربة اللازمة للردم تساوى ١,١٠ من حجم الردم المحسوب. وهذه المعاملات تختلف بتغير نوع التربة

مثال ١: عملت ميزانية طولية على محور مشروع وكانت مناسيب النقط كالآتى: ١٤,٨٠ ، ١٤,٥٠ ، ١٤,٨٠ ، ١٤,٩٠ ، ١٥,١٠ ، ١٥,٣٠ ، ١٥,٥٠ ، ١٥,٥٠ ، ١٥,٢٠ ، ١٥,٠٠ ، ١٤,٥٠ ، ١٤,٠٠ ، ١٣,٥٠ ، ١٣,٢٠ والمسافات بين النقط متساوية وتساوى ١٠ متر. وبداية منسوب المشروع المقترح ١٥,٥٠ ويميل الى أسفل بنسبة ١٪ وعرض المشروع ٢٠متر والميول الجانبية ١ : ٣. احسب مكعبات الحفر أو الردم اللازمة.

الحل:

رسم القطاع الطولى وكتابة البيانات السابقة كما فى الجدول التالى:



رقم النقط	مسافات	مناسيب	منسوب المشروع	ارتفاع	
				حفر	ردم
١	صفر	١٤,٠٠	١٥,٥٠	١,٥٠	–
٢	١٠	١٤,٥٠	١٥,٤٠	٠.٩٠	–
٣	٢٠	١٤,٨٠	١٥,٣٠	٠,٥٠	–
٤	٣٠	١٤,٩٠	١٥,٢٠	٠.٣٠	–
٥	٤٠	١٥,١٠	١٥,١٠	صفر	صفر
٦	٥٠	١٥,٣٠	١٥,٠٠	–	٠,٣٠
٧	٦٠	١٥,٥٠	١٤,٩٠	–	٠ ٦٠
٨	٧٠	١٥,٥٠	١٤,٨٠	–	٠,١
٩	٨٠	١٥,٢٠	١٤,٧٠	–	٠,٦٠
١٠	٩٠	١٥,٠٠	١٤,٦٠	–	٠,٤٠
١١	١٠٠	١٤,٥٠	١٤,٥٠	صفر	صفر
١٢	١١٠	١٤,٠٠	١٤,٤٠	٠,٤٠	–
١٣	١٢٠	١٣,٥٠	١٤,٣٠	٠,٨٠	–
١٤	١٣٠	١٣,٢٠	١٤,٢٠	١,٠٠	–

ثم حساب مساحة كل قطاع كالآتى:

مساحة القطاع رقم ١ = ١,٥٠ (٢٠ + ١,٥٠ × ٣) = ٣٦.٧٥ متر مربع.

مساحة القطاع رقم ٢ = ,٩٠ (٢٠ + ,٩٠ × ٣) = ٢٠,٤٣ متر مربع.

مساحة القطاع رقم ٣ = ,٥٠ (٢٠ + ,٥٠ × ٣) = ١٠,٧٥ متر مربع.

مساحة القطاع رقم ٤ = ,٣٠ (٢٠ + ,٣٠ × ٣) = ٦,٢٧ متر مربع

مساحة القطاع رقم ٥ = صفر = صفر متر مربع

مساحة القطاع رقم ٦ = ,٣٠ (٢٠ + ,٣٠ × ٣) = ٦,٢٧ متر مربع

مساحة القطاع رقم ٧ = ,٦٠ (٢٠ + ,٦٠ × ٣) = ١٣,٠٨ متر مربع

مساحة القطاع رقم ٨ = ,٧٠ (٢٠ + ,٧٠ × ٣) = ١٥,٤٧ متر مربع

مساحة القطاع رقم ٩ = ,٦٠ (٢٠ + ,٦٠ × ٣) = ١٣,٠٨ متر مربع

مساحة القطاع رقم ١٠ = ,٤٠ (٢٠ + ,٤٠ × ٣) = ٨,٤٨ متر مربع

مساحة القطاع رقم ١١ = صفر = صفر متر مربع

مساحة القطاع رقم ١٢ = ,٤٠ (,٢٠ + ,٤٠ ×٣) = ٨,٤٨ متر مربع

مساحة القطاع رقم ١٣ = ٠,٨٠ (٢٠ + ٠,٨٠ × ٣) = ١٧,٩٨ متر مربع
مساحة القطاع رقم ١٤ = ١,٠٠ (٢٠ + ١,٠٠ × ٣) = ٢٣,٠٠ متر مربع

حجم الردم فى الجزء الأول =

١٠ ((صفر+ ٣٦,٧٥) / ٢ + ٢٠,٤٣ + ١٠,٧٥ + ٦,٢٧) × ١,١

= ٦١٤,٠٧٥ متر٣

حجم الحفر فى الجزء الثانى =

١٠((صفر + صفر) / ٢ + ٦,٢٧+ ١٣,٠٨+ ١٥,٤٧+ ١٣,٠٨ + ٨,٤٨) ×١,٢

= ٧٩٦,٥٦ متر مكعب

حجم الردم فى الجزء الثالث =

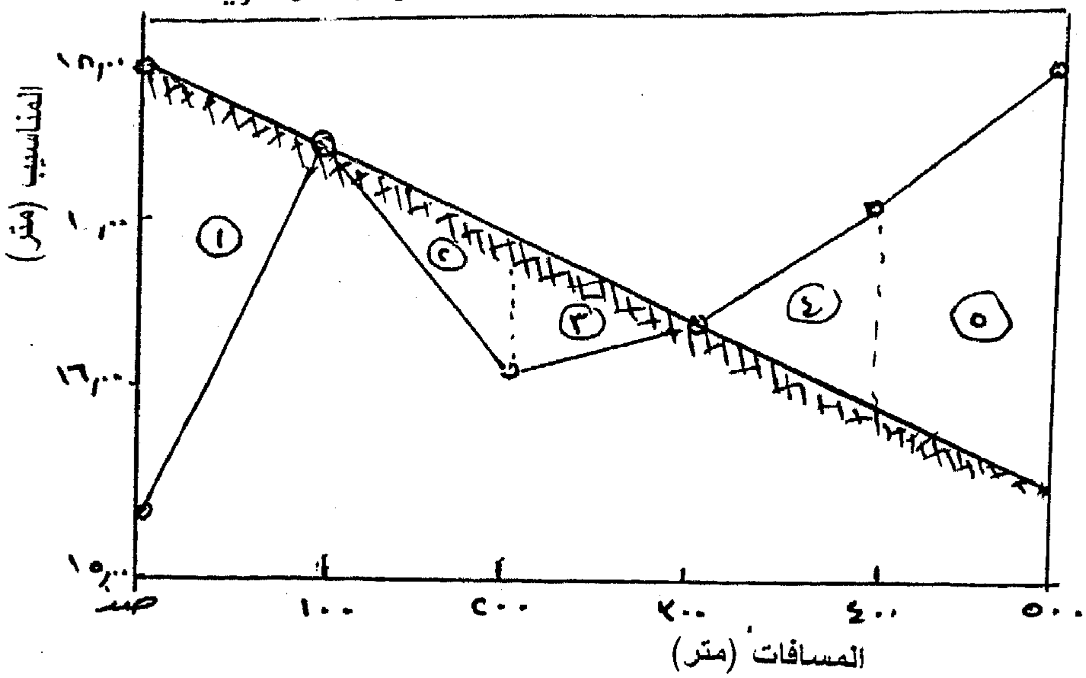
١٠ ((صفر + ٢٣,٠٠) / ٢ + ٨,٤٨ + ١٧,٩٨) × ١,١ = ٤١٦ متر مكعب

حجم الأتربة اللازمة = (٦١٤,٠٧٥ + ٤١٦,٩٠٠) – ٧٩٦,٥٦
= ٢٣٤,٤١٥ متر مكعب.

مثال٢: عملت ميزانية طولية على محور طريق على مسافات متساوية كل منها ١٠٠ متر وكانت نتائج الميزانية هى: ١٥,٤، ١٧,٥، ١٦,٣٠، ١٦,٥٠، ١٧,٢٠ ؛ ١٨,٠٠ متر، كان منسوب أول الطريق ١٨,٠٠ متر وميل محوره الى أسفل بمقدار ٠,٥ ٪ وعرض الطريق ٨,٠٠ متر والميل على الجانبين هو ٢ : ٣ والمطلوب: رسم القطاع ومحور المشروع بمقياس رسم مناسب وحساب إرتفاع الردم وعمق الحفر وكمية الأتربة الناتجة من الحفر أو اللازمة للردم.

الحل:

– ترسم القطاع الطولى وذلك بمقياس رسم ١ : ٥٠٠٠ على الأفقى ١ : ٥٠٠ على الرأسى ثم نوقع محور المشروع.



يحسب القطاعات عند النقط المختلفة كالآتى:

مساحة القطاع = ع (ب + ع ن) ٦

حيث: ب = عرض المشروع = ٨ متر

ن = (الميول الجانبية ٢ :٣) ١,٥

- القطاع ١ عند المسافة صفر وإرتفاعه = ٢,٦ متر.
  مساحته = ٢,٦ (٨ + ٢,٦ ×١,٥) = ٣٠,٩٤ متر مربع
- القطاع ٢ عند المسافة ١٠٠ إرتفاعه = صفر
  مساحته = صفر
- القطاع ٣ عند المسافة ٢٠٠ إرتفاعه = ٠,٧٠ متر
  مساحته = ٠,٧ (٨ + ٠,٧ ×١,٥) = ٦,٣٣ متر مربع
- القطاع ٤ عند المسافة ٣٠٠ إرتفاعه = صفر
  مساحته = صفر
- القطاع ٥عند المسافة ٤٠٠ إرتفاعه = ١,٢ متر
  مساحة = ١,٢ (٨ + ١,٢ × ١,٥) = ١١,٧٦ متر مربع
- القطاع ٦عند المسافة ٥٠٠ إرتفاعه = ٢,٥٠ متر
  مساحة = ٢,٥٠ (٨ + ٢,٥ × ١,٥) = ٢٩,٣٧٥ متر مربع

- تحسب حجوم الحفر والردم.
- حجم الجزء الأول (ردم) $= \frac{ع}{٢} (م_{١} + م_{٢})$

$= \frac{١٠٠}{٢} (٣٠.٩٤ - صفر)$

= ١٥٤٧ متر مكعب

- حجم الجزء الثانى (ردم) $= \frac{ع}{٢} (م_{١} + م_{٢})$

$= \frac{١٠٠}{٢} (صفر + ٦,٣٣)$

= ٣١٦,٥ متر مكعب

- حجم الجزء الثالث (ردم) $= \frac{ع}{٢} (م_{١} + م_{٢})$

$= \frac{١٠٠}{٢} (٦,٣٣ + صفر)$

= ٣١٦,٥ متر مكعب

- حجم الجزء الرابع (حفر) $= \frac{ع}{٢} (م_{١} + م_{٢})$

$= \frac{١٠٠}{٢} (صفر + ١١,٧٦)$

= ٥٨٨ متر مكعب

- حجم الجزء الخامس (حفر) $= \frac{ع}{٢} (م_{١} + م_{٢})$

$= \frac{١٠٠}{٢} (٦,٣٣ + ٢٩,٣٧٥)$

= ١٧٨٥,٢٥ متر مكعب

مجموع مكعبات الردم = ١٥٤٧+٣١٦,٥+ ٣١٦,٥ = ٢١٨٠ متر مكعب
مجموع مكعبات الحفر = ٥٨٨ + ١٧٨٥,٢٥ = ١٩٤٣,٤٥ متر مكعب
الكمية الناتجة من الحفر = ١٩٤٣,٤٥ × ١,٢ = ٢٣٣٢,١٤ $م^{٣}$
الكمية المطلوبة للردم = ٢١٨٠,٠٠ × ١,١ = ٢٣٩٨,٠٠ $م^{٣}$
يلاحظ أن كمية الأتربة الناتجة من الحفر أقل من كمية الأتربة اللازمة للتربة.
الكمية اللازمة للردم = ٢٣٩٨,٠٠ - ٢٣٣٢,١٤= ٦٥,٨٦ $م^{٣}$

٨-٢- مكعبات الحفر والردم من الميزانية الشبكية

٨-١-١- تسوية الأراضى على منسوب معلوم

إذا كان لدينا قطعة أرض ويراد تسويتها على منسوب واحد، فإن هناك احتمال أن نجرى عمليات حفر أو عمليات ردم أو عمليات حفر وردم فى نفس الوقت لاجراء التسوية المطلوبة.

ولحساب حجم الحفر أو الردم بفرض أن فروق الإرتفاعات لهذه القطعة عند أركان المستطيل هى $ع_١$ ، $ع_٢$ ، $ع_٣$ ، $ع_٤$، فيكون لدينا متوازى المستطيلات الناقص مساحة قاعدته هى مساحة القطعة المستطيلة (م)
وبذا يكون الحجم:

$$ح = م \left(\frac{ع_١ + ع_٢ + ع_٣ + ع_٤}{٤}\right)$$

وإذا كانت مساحة الأرض كبيرة فإنها تنقسم إلى مجموعة من المستطيلات أو المربعات على غرار الميزانية الشبكية وتوجد مناسيب أركان المستطيلات أو المربعات التى قسمت اليها القطعة، ولو فرض فى هذه الحالة أن العملية كلها حفر أو كلها ردم فنعين أولاً إرتفاع كل ركن من أركان المستطيلات عن منسوب المستوى المطلوب التسوية عليه ويكون الحجم الكلى للحفر أو الردم

$$ح = \frac{م}{٤} (ع_١ + ٢ ع_٢ + ٣ ع_٣ + ٤ ع_٤ + ...)$$

حيث م مساحة المستطيل او المربع الواحد.

$ع_١$ = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة فى جزء واحد.

$ع_٢$ = مجموع ارتفاعات الحفر او الردم المشتركة فى جزءين (أى التى تكرر فى الحساب مرتين).

$ع_٣$ = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة فى ثلاث اجزاء

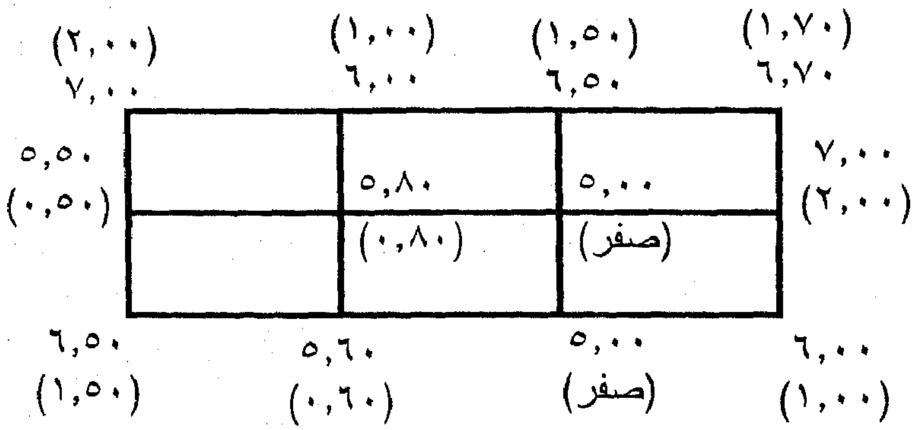
$ع_٤$ = مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة فى أربع أجزاء

مثال ١: قطعة أرض طولها ١٥٠ متراً وعرضها ٥٠ متراً عملت لها ميزانية شبكية بتقسيمها الى مستطيلات وعينت مناسيب الأركان لكل من المستطيلات، والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على منسوب (٥,٠٠).

الحل:

يلاحظ أن مناسيب الأركان أكبر من ٥,٠٠ متر (منسوب التسوية المطلوب) لذلك نحتاج إلى عملية حفر فقط

يتبين فى الشكل مناسيب الأركان ايضا ارتفاعات الحفر اللازم عندها (الأرقام بين الأقواس) ولحساب الحجم لمكعبات الحفر نلاحظ أن الأرتفاعات تتكرر أما مرة واحدة أو مرتين أو أربعة مرات عند الحساب وبذا فإن:



ع١	ع٢	ع٣	ع٤
١,٧٠	١,٥٠	—	صفر
٢,٠٠	١,٠٠	—	٠,٨٠
١,٠٠	٢,٠٠	—	
١,٥٠	٠,٥٠		
	صفر		
	٠,٦٠		
٦,٢٠	٥,٦٠	صفر	٠,٨٠

ويكون الحجم ح = $\frac{م}{٤}$ (ع١ + ٢ ع٢ + ٣ ع٣ + ٤ ع٤ ....)

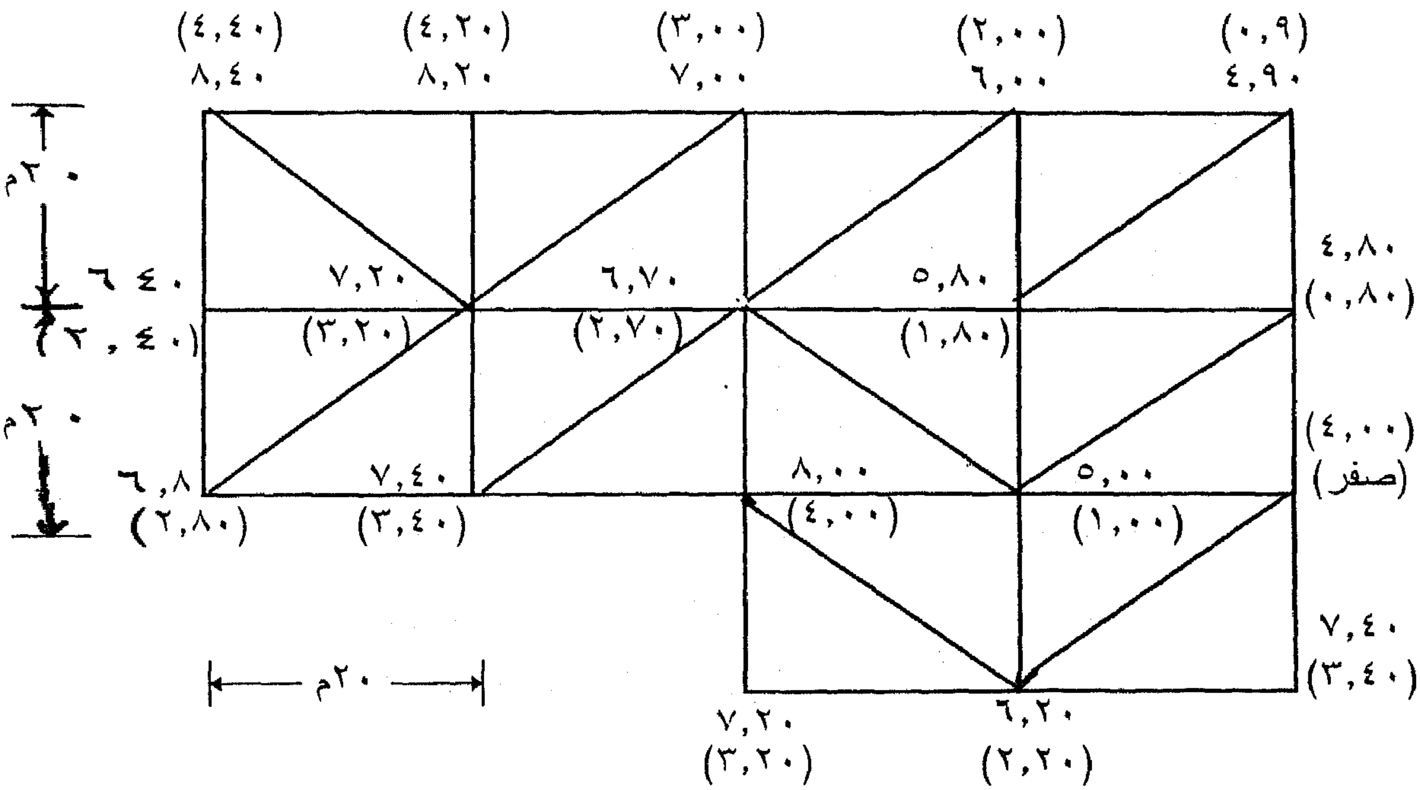
م = مساحة القطعة المستطيلة = ٢٥ × ٥٠ = ١٢٥٠م^{٢}

حجم الأتربة الناتجة من الحفر =

$$= \frac{١٢٥٠}{٤} (٦,٢ + ٢ \times ٥,٦ - ٣ \times \text{صفر} + ٤ \times ٠,٨) \times ١,٢ = ٧٧٢٥ \text{ م}^٣$$

ملحوظة: أحياناً تكون طبيعة سطح الأرض داخل المستطيل أو المربع الواحد متغيرة بحيث لا يمكن اعتبار ان نقط الأركان تقع على سطح مستوى واحد، لذلك وللحصول على نتائج أدق تقسم الأرض إلى مثلثات وذلك بتوصيل أقطار المربعات أو المستطيلات المقسمة اليها القطع، ويجب علينا أن نختار القطر المطابق لسطح الأرض أكثر من غيره - ويحسب كل قسم على حده باعتبار انه متوازى مستطيلات مثلثى ناقص.

مثال٢: قطعة أرض كالمبينة الشكل عينت مناسيب أركانها ووصلت الأقطار المطابقة لسطح الأرض والمطلوب حساب مقدار الحفر اللازم لتسوية هذه المنطقة على منسوب (٦,٠٠)



ع١	ع٢	ع٣	ع٤	ع٥	ع٦	ع٧
٣,٤٠	٠,٩	٢,٠٠	٤,٠٠	١,٨٠	١,٠٠	٢,٧٠
٣,٢٠	٤,٢	٣,٠٠	٢,٢٠			٣,٢٠
	٤,٤	٠,٨٠				
	٢,٤	صفر				
	٢,٨	٣,٤٠				
٦,٦٠	١٤,٧	٩,٢٠	٦,٢٠	١,٨٠	١,٠٠	٥,٩٠

الحجم المطلوب = $\frac{\text{مساحة الجزء}}{٣}$ (ع١ + ٢ع٢ + ٣ع٣ + ٤ع٤ + ٥ع٥ + ٦ع٦ + ٧ع٧)

مساحة الجزء (المثلث) = $\frac{٢٥ \times ٢٥}{٢}$ = ٣١٢,٥ متر مربع

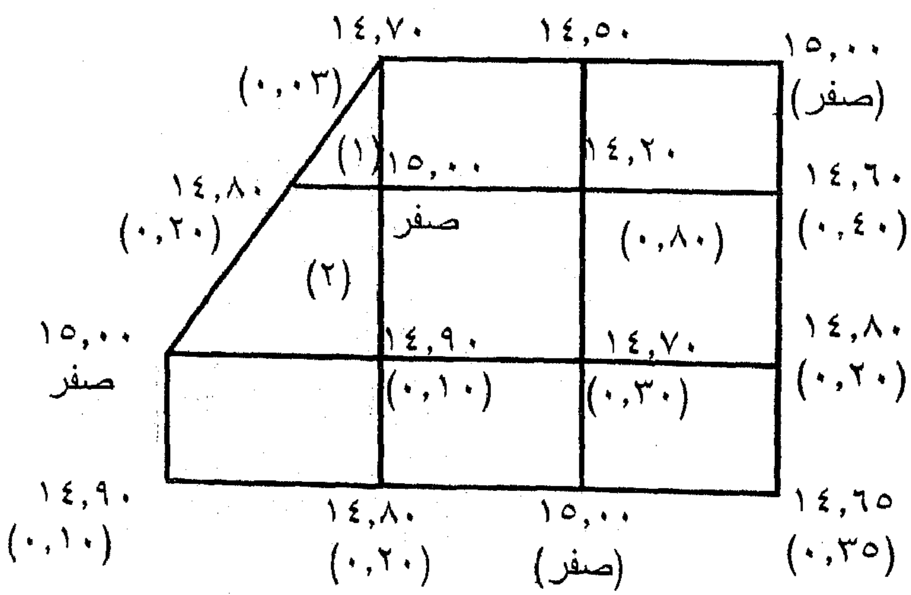
حجم الأتربة= $\frac{٣١٢,٥}{٣}$ (٦,٦٠ + ٢ × ١٤,٧ + ٣ × ٩,٢٠ + ٤ × ٦,٢٠ + ٥ × ١,٨٠ + ٦×١,٠٠ + ٧×٥,٩٠

= $\frac{٣١٢,٥}{٣}$ × ١٤٤,٧٠ = ١٥٠٧٢,٩١ متر مكعب.

حجم الأتربة الناتجة من الحفر= ١٥٠٧٢,٩١ × ١,٢ = ١٨٠٨٧٥ م^{٣}

مثال٣: احسب مكعبات الردم اللازم لتسوية قطعة الأرض المبينة فى الشكل على منسوب (١٥,٠٠)

الحل:



يلاحظ أن مناسيب الأركان أقل من منسوب التسوية لذلك فالأرض محتاج **إلى** ردم.

مكعبات الردم = مكعبات الردم. النسبة للمربعات + مكعبات ردم المثلث (١)
+ مكعبات ردم شبه المنحرف (٢)

أولاً: مكعبات الردم بالنسبة للمربعات:

س = ٢٠ × ٢٠ = ٤٠٠متر مربع

$ع_1$	$ع_2$	$ع_3$	$ع_4$
صفر	٠,٤٠	٠,١٠	٠,٨٠
٠,٣٥	٠,٢٠		٠,٣٠
٠,١٠	صفر		
صفر	٠,٢٠		
٠,٣٠	صفر		
	٠,٥٠		
٠,٧٥	١,٣٠	٠,١٠	١,١٠

∴مكعبات الردم بالنسبة للمربعات = $\frac{س}{٤}$ ($ع_1$ + $ع_2$ + $ع_3$ + $ع_4$)

= $\frac{٤٠٠}{٤}$ [(٠,٧٥) + (٢ × ١,٣٠) + (٣ × ٠,١٠) + (٤ × ١,١٠)]

= ١٠٠ (٠,٧٥ + ٢,٦٠ + ٠,٣٠ + ٤,٤٠)

= ١٠٠ × ٨,٠٥

= ٨٠٥ متر مكعب

مكعبات ردم المثلث (١) = ($\frac{١٠ \times ٢٠}{٢}$) ($\frac{٠,٣٠ + صفر + ٠,٢٠}{٣}$)

= ١٠٠ × $\frac{٠,٥٠}{٣}$ = ١٦,٦٧ متر مكعب

مكعبات رد شبه المنحرف (٢) =

($\frac{١٠ \times ٢٠}{٢}$ × ٢٠) ($\frac{صفر + ٠,١٠ + صفر + ٠,٢٠}{٤}$)

= ٢٢,٥٠ متر مكعب

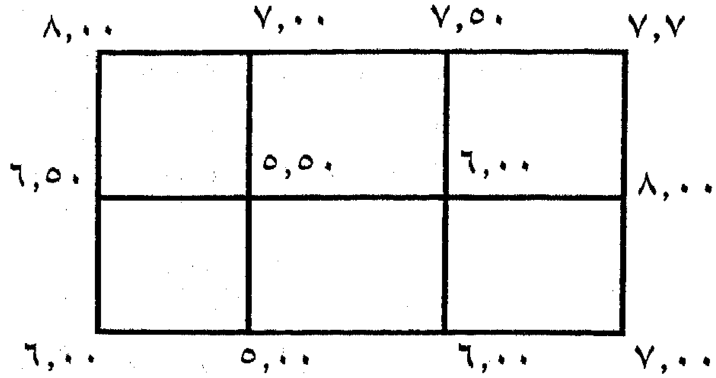
مجموع مكعبات الردم = ٨٠٥ + ١٦,٦٧ + ٢٢,٥٠ = ٨٤٤,١٧ م٣
كمية الأتربة اللازمة للردم = ٨٤٤,١٧ × ١,١ = ٩٢٨,٥٨٧ م٣

ثانياً: إذا كان مطلوب عمليات حفر وردم

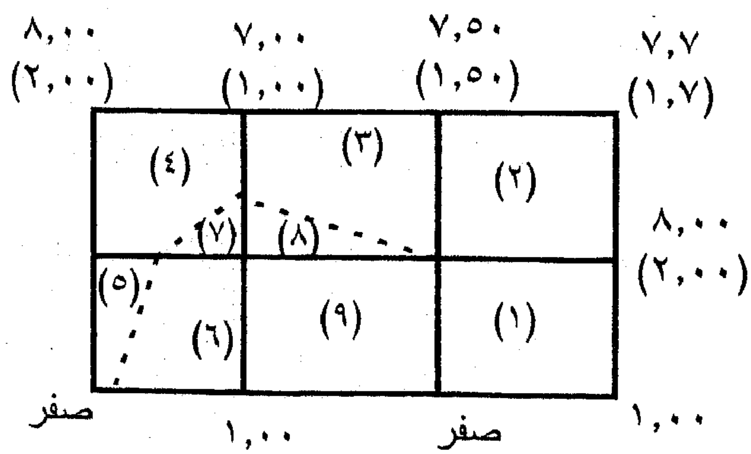
وإذا كانت المنطقة المطلوبة تسويتها لها جزء حفر وآخر ردم فيجب أولاً أن نعين الحد الفاصل بين الردم أى يجب أن نحسب خط الكونتور الذى يمر بالنقط التى منسوبها يساوى منسوب التسوية.

مثال١: قطعة أرض طولها ١٢٠ مترا وعرضها ٦٠ مترا عملت لها ميزانية شبكية بتقسيمها الى ستة مستطيلات ٣٠×٤٠ وعينت مناسيب أركانها. والمطلوب هو تسوية هذه النقطة على منسوب (٦,٠٠) وإيجاد كميات الحفر والردم اللازمة.

الحل



قبل البدء فى حساب الحجم حددت نقط صفر حفر ردم بالنسبة والتناسب وهى خط كنتور ٦,٠٠ متر. كما فى الشكل التالى:



ويلاحظ هنا أن الأجزاءات ١،٢،٣،٤،٥ حفر والأجزاء ٦، ٧، ٨، ٩ ردم

كميات الحفر = $ح_{١} + ح_{٢} + ح_{٣} + ح_{٤} + ح_{٥}$

$$ح_{١} = ٣٠ \times ٤٠ \left(\frac{١ + ٢,٠٠ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٤} \right) = ٩٠٠ \text{ متر}^{٣}$$

$$ح_{٢} = ٣٠ \times ٤٠ \left(\frac{٢,٠٠ + ١,٧ + ١,٥ + \text{صفر}}{٤} \right) = ١٥٦٠ \text{ متر}^{٣}$$

$$ح_{٣} = \left(\frac{٣٠ + ٢٠}{٢} \times ٤٠ \right) \left(\frac{١,٥٠ + ١,٠٠ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٤} \right) = ٦٢٥ \text{ متر}^{٣}$$

$$ح_{٤} = \left(١٢٠٠ - \frac{١٠ \times ٢٠}{٢} \right) \left(\frac{١,٠٠ + ٢,٠٠ + ٠,٥ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٥} \right) = ٧٠٠ \text{ م}^{٣}$$

$$ح_{٥} = \frac{٢٠ \times ٣٠}{٢} \left(\frac{٠,٥ + \text{صفر} + \text{صفر}}{٣} \right) = ٥٠ \text{ متر}^{٣}$$

كميات الحفر = ٩٠٠ + ١٥٦٠ + ٦٢٥ + ٧٠٠ + ٥٠ = ٣٨٣٥ $\text{متر}^{٣}$

كمية الأتربة الناتجة من الحفر = ٣٨٣٥ × ١,٢ = ٤٦٠٢ $\text{متر}^{٣}$

كميات الردم = $ح_{٦} + ح_{٧} + ح_{٨} + ح_{٩}$

$$ح_{٦} = \left(\frac{٢٠ + ٤٠}{٢} \times ٣٠ \right) \left(\frac{٠,٥ + \text{صفر} + \text{صفر} + ١,٠٠}{٤} \right) = ٣٣٧,٥ \text{ م}^{٣}$$

$$ح_{٧} = \frac{١٠ \times ٢٠}{٢} \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠}{٣} \right) = ١٦,٦٧ \text{ م}^{٣}$$

$$ح_{٨} = \left(\frac{١٠ \times ٤٠}{٢} \right) \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠}{٣} \right) = ٣٣,٣ \text{ م}^{٣}$$

$$ح_{٩} = ٣٠ \times ٤٠ \left(\frac{\text{صفر} + \text{صفر} + ٠,٥٠ + ١,٠٠}{٤} \right) = ٤٥٠ \text{ م}^{٣}$$

كميات الردم = ٣٣٧,٥ + ١٦,٦٧ + ٣٣,٣ + ٤٥٠ = ٨٣٧,٤٧ $\text{م}^{٣}$

كمية الردم اللازمة = ٨٣٧،٤٧ × ١,١ = ٩٢١,٢١٧ $\text{م}^{٣}$

٨-٤-٢- تسوية الأراضى لأغراض الزراعة

من الموضوعات الهامة والتطبيقية للمساحة هو حساب المناسيب الواجب تسوية الأراضى عليها لأعدادها للزراعة ومن ثم حساب كميات الحفر والردم اللازمة بأقل تكاليف ممكنه. وهناك عدة طرق مستخدمة لحساب تسوية الأراضى تتوقف على نوع التسوية المطلوبة وعلى شكل الأرض بعد التسوية هل سيكون افقياً او ينحدر فى اتجاه واحد او اتجاهين متعامدين، ويتطلب فى هذه الحالة تحديد منسوبة التسوية.

لتحديد منسوبة التسوية يحسب اولاً مركز المساحة. فى حالة المناطق المنتظمة الشكل كأى تكون على شكل مربع أو مستطيل فإن مركز المساحة يكون هو نقطة تقاطع القطرين. أما فى حالة المساحة المثلثية فإن مركز المساحة يكون هو نقطة تلاقى المتوسطات للمثلث. أما فى حالة الأشكال الأخرى فيمكن تقسيمها الى مستطيلات ومثلثات ثم أخذ عزوم المساحات ومن ثم يمكن ايجاد مركز المساحة للمنطقة كلها. وعموماً فاننا سوف نكتفى هنا بالمساحات المربعة والمستطيلة.

- حساب متوسط منسوب التسوية:

يتم حساب متوسط منسوب التسوية ($ع_م$) وذلك بجمع مناسيب جميع النقط فى الشبكة ثم قسمتها على عددها.

$$ع_م = \frac{\text{مجموع مناسيب الشبكة}}{\text{عدد النقط}}$$

ومتوسط منسوب التسوية هذا هو بمثابة منسوب مركز المساحة. وتعرف طريقة التسوية على منسوب مركز المساحة (متوسط منسوب التسوية) بطريقة أستصلاح الأراضى.

أولاً: طريقة استصلاح الأراضى:

فى هذه الطريقة يكون المطلوب تسوية الأرض على المنسوب المتوسط وتتلخص الطريقة فيما يلى:

١- نعمل للمنطقة المراد تسويتها ميزانية شبكية بتقسيمها الى مجموعة من المربعات والمستطيلات وايجاد مناسيب أركان هذه المربعات أو المستطيلات.

٢- تحديد مركز المساحة.

٣- يحسب المنسوب المتوسط للتسوية على اساس أنه المنسوب المتوسط من جميع مناسيب أركان الشبكة.

٤- يحسب عمق الحفر أو أرتفاع الردم عند كل نقطة من نقط الشبكة وذلك بمقارنة منسوب أى نقطة بمنسوب متوسط التسوية، فإذا كان منسوب النقطة أعلى من منسوب التسوية كان المطلوب حفر بمقدار الفرق بين المنسوبين، أما إذا كان منسوب التسوية أعلى من منسوب النقطة كان المطلوب إجراء ردم بمقدار فرق المنسوبين.

٥- يحسب عدد النقط التى سيتم فيها حفر لإجراء التسوية وكذلك عدد النقط التى سيتم فيها ردم.

٦- تحسب مساحة المنطقة كلها وكذلك مساحة الجزء الذى سيتم فيه الحفر والجزء الذى سيتم فيه الردم. من المعادلات الآتية:

$$\text{مساحة الجزء المحفور} = \frac{\text{عدد نقط الحفر}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

$$\text{مساحة الجزء المردوم} = \frac{\text{عدد نقط الردم}}{\text{عدد النقط الكلية}} \times \text{المساحة الكلية للأرض}$$

٧- يحسب متوسط عمق الحفر ومتوسط إرتفاع الردم من المعادلات الآتية:

$$\text{متوسط عمق الحفر} = \frac{\text{أعماق الحفر}}{\text{عدد نقط الحفر}}$$

$$\text{متوسط ارتفاع الردم} = \frac{\text{ارتفاعات الردم}}{\text{عدد نقط الردم}}$$

٨- يحسب كميات الأتربة اللازمة للردم وكميات الأتربة الناتجة من الحفر:

حجم كميات الردم = مساحة الردم × متوسط ارتفاع الردم.

حجم كميات الحفر = مساحة الحفر × متوسط عمق الحفر.

٩- يحسب متوسط مكعبات التسوية ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية.

مثال ١: قطعة أرض المبينة بالشكل أبعادها ١٢٠ × ١٥٠ متر يراد تسويتها بطريقة استصلاح الأراضى

	أ	ب	جـ	د	هـ
١	٧,١٤	٦,٩٨	٦,٨٢	٦,٧٦	٦,٦٨
٢	٦,٩٨	٦,٩٠	٦,٦٨	٦,٥٢	٦,٣٨
٣	٦,٣٨	٦,٢٢	٦,٥٢	٦,٣٨	٦,٢٢
٤	٦,٢٢	٦,٢٨	٦,٣٧٨ ●	٦,٢٢	٥,٠٦
٥	٦,٠٠	٦,١٠	٦,٢٢	٦,٠٦	٥,٩٢
٦	٥,٨٦	٥,٩٢	٥,٠٦	٥,٩٠	٥,٧٦

● مركز المساحة

مركز المساحة يبعد عن الحد الأيسر للمساحة بمسافة ٦٠ متر وعن الحد الأسفل بمسافة ٧٥ متر.

$$\text{المنسوب المتوسط} = \frac{\text{مجموع مناسيب النقط}}{\text{عدد النقط}} = \text{٦,٢٩متر}$$

رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٥,٨٦		٠,٤٣	١٦	٦,٣٨	٠,٠٩	
٢	٥,٩٢		٠,٣٧	١٧	٦,٢٢		٠,٠٧
٣	٥,٠٦		٠,٨٦	١٨	٦,٥٢	٠,٢٣	
٤	٥,٩٠		٠,٣٩	١٩	٦,٣٨	٠,٠٩	
٥	٥,٧٦		٠,٥٣	٢٠	٦,٢٢		٠,٠٧
٦	٦,٠٦		٠,٢٣	٢١	٦,٩٨	٠,٦٩	
٧	٦,١٦		٠,١٣	٢٢	٦,٩٠	٠,٦١	
٨	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٣	٦,٦٨	٠,٣٩	
٩	٦,٠٦		٠,٢٣	٢٤	٦,٥٢	٠,٢٣	
١٠	٥,٩٢		٠,٣٧	٢٥	٦,٣٨	٠,٠٩	
١١	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٦	٧,١٤	٠,٨٥	
١٢	٦,٢٨		٠,٠١	٢٧	٦,٩٨	٠,٦٩	
١٣	٦,٣٨	٠,٠٩		٢٨	٦,٨٢	٠,٥٣	
١٤	٦,٢٢		٠,٠٧	٢٩	٦,٧٦	٠,٤٧	
١٥	٥,٠٦		٠,٨٦	٣٠	٦,٦٨	٠,٣٩	
						٥,٤٤	٤,٧٦

عدد نقط الحفر = ١٤

عدد نقط الردم = ١٦

مساحة الجزء المحفور = $\frac{١٤}{٣٠} \times ١٥٠ \times ١٢٥ = ٨٧٥٠$ متر^{٢}

مساحة الجزء المردوم = $\frac{١٦}{٣٠} \times ١٥٠ \times ١٢٥ = ١٠٠٠٠$ متر^{٢}

متوسط عمق الحفر = $\frac{٥,٤٤}{١٤} = ٠,٣٨٩$ متر

متوسط إرتفاع الردم = $\frac{٤,٧٦}{١٦} = ٠,٢٩٧٥$ متر

كميات الحفر = ٨٧٥٠ × ٠,٣٨٩ = ٣٤٠٣,٧٥ متر^{٣}
كميات الردم = ١٠٠٠٠ × ٠,٢٩٧٥ = ٢٩٧٥ متر٣

متوسط مكعبات التسوية = $\frac{٢٩٧٥ + ٣٤٠٣,٧٥}{٢}$ = ٣١٨٩,٣٧٥ متر^{٣}

مثال٢: قطعة أرض أبعادها ٢٥٠ × ٢٠٠م أجريت لها ميزانية شبكية بغرض تسويتها وكانت أضلاع مربعات الشبكة بطول ٥٠ متر. أحسب منسوب التسوية المتوسطة ومقدار ارتفاعات الحفر أو الردم عند كل نقطة ومقدار ما يخص كل فدان من مكعبات التسوية، وذلك إذا كانت مناسيب نقط الشبكة كالآتى:

٢,٠٣	٢,٠٥	٢,٤٢	٢,٠٢	٢,١٢
٣,٢٧	٣,١٢	٢,٥٢	٢,٢٨	٢,٢١
٢,٨٥	١,٧٤	٢,٤٤	٢,٢٠	٢,٤٠
٢,٣٨	٢,٢٢	٢,١٢	٢,٢٦	٢,١٠
٢,٥٢	٢,٤٤	١,٩٨	١,٨٨	٢,١٠
٢,٧٩	٢,٧٤	٢,٢٨	١,٨٤	٢,٨٥

الحل:

الجدول التالى بين مناسيب الأرض عند النقط المختلفة ومنه غير المنسوب المتوسط للتسوية، وفى الجدول عينت ارتفاعات الحفر أو الردم.

رقم القطعة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب الأرض	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٢,٤٠	,٠٦		١٦	٢,١٠		٠,٢٤
٢	٢,٢٠		٠,١٤	١٧	١,٨٨		٠,٤٦
٣	٢,٤٤	٠,١٠		١٨	١,٩٨		٠,٣٦
٤	١,٧٤		٠,٦٠	١٩	٢,٤٤	٠,١٠	
٥	٢,٥٨	٠,٢٤		٢٠	٢,٥٢	٠,١٨	
٦	٢,٠٠		٠,٣٤	٢١	٢,٢١		٠,١٣
٧	٢,٣٦	٠,٠٢		٢٢	٢,٢٨		٠,٠٦
٨	٢,١٢		٠,٢٢	٢٣	٢,٥٢	٠,١٨	
٩	٢,٢٢		٠,١٢	٢٤	٣,١٢	٠,٧٨	
١٠	٢,٣٨	٠,٠٤		٢٥	٣,٢٧	٠,٩٣	
١١	٢,٨٥	٠,٥١		٢٦	٢,١٢		٠,٢٢
١٢	١,٨٤		٠,٥٠	٢٧	٢,٠٢		٠,٣٢
١٣	٢,٢٨		٠,٠٦	٢٨	٢,٤٢	٠,٠٨	
١٤	٢,٧٤	٠,٤٠		٢٩	٢,٠٥	٠,٢٩	
١٥	٢,٧٩	٠,٤٥		٣٠	٢,٢٤	٠,١٠	
					٧٠,١٠	٤,٤٦	٣,٧٧

متوسط المنسوب بعد التسوية = $\frac{٧٠,٢}{٣٠}$ = ٢,٣٤

من الجدول: عدد نقط الحفر = ١٦

عدد نقط الردم = ١٤

مساحة الجزء المحفور = $\frac{١٤}{٣٠}$ × ٢٥٠ × ٢٠٠ = ٢٣٣٣٣,٣

مساحة الجزء المردوم = $\frac{١٦}{٣٠}$ × ٢٥٠ × ٢٠٠ = ٢٦٦٦٦,٦ متر^{٢}

متوسط عمق الحفر = $\frac{٤,٤٦}{١٦}$ = ٠,٢٧٩ متر

متوسط ارتفاع الردم = $\frac{٣,٧٧}{١٤}$ = ٠,٢٦٩ متر

مكعبات الحفر = ٢٣٣٣٣,٣٣ × ٠,٢٧٩ = ٦٥١٠ متر^{٣}

مكعبات الردم = ٢٦٦٦٦,٦ × ٠,٢٦٩ = ٧١٧٣,٣ متر^{٣}

متوسط مكعبات التسوية = $\frac{٧١٧٣,٣ + ٦٥١٠}{٢}$ = ٦٨٤١,٦م^{٣}

متوسط ما يخص كل فدان = $\frac{٤٢٠٠ \times ٦٨٤١,٦}{٢٥٠ \times ٢٥٠}$ = ٥٧٤,٧ م^{٣}

ثانياً: طريقة تسوية الأرض على ميول محددة:

في بعض الأحيان تسوى الأرض بحيث يكون سطحها بعد التسوية مائلاً فى اتجاه معين وأفقى فى الأتجاه العمودى وأحياناً مائلاً فى الاتجاهين المتعامدين وذلك لتحسين طرف المياه بعد الرى وبمثل ما اتبع فى الطريقة السابقة تعمل للمنطقة ميزانية شبكية بغرض تعيين مناسيب الأرض الطبيعية عند نقط الشبكة المختلفة.

وخطوات حساب التسوية فى هذه الحالة تتلخص فيما يلى:

١- نوجد مركز المساحة (المركز الهندسى لشكل قطعة الأرض المطلوب تسويتها).

٢- نحسب منسوب التسوية لمركز المساحة وليكن ع م حيث:

$$ع\ م = \frac{\text{مجموع مناسيب سطح الأرض}}{\text{عدد النقط}}$$

٣- نمرر بمركز الثقل محورين متعامدين يعينان اتجاه ميل الأرض. بمعلومية انحدار الأرض فى كل اتجاه منهما تحسب مناسيب التسوية لنقطة الشبكة المختلفة ابتداء من نقطة مركز الثقل: ثم نعين ارتفاعات الردم واعماق الحفر بمقدار منسوب سطح الأرض الطبيعية عند كل منسوب التسوية.

والمثال التالى وضح الخطوات الحسابية للتسوية.

مثال: قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها ٣٥٠ × ١٨٠ مترا قسمت الى مستطيلات بأبعاد ٧ × ٦٠ متر، عملت لها ميزانية شبكية ويراد تسويتها بميل الى أسفل من الشمال الى الجنوب مقداره ١: ٢٥٠ ومن الغرب الى الشرق بميل ١: ٥٠ الى اعلى. أوجد مقدار الحفر والردم كل نقطة من النقط إذا كانت مناسيب الأركان هى:

٦,٢	٤,٢	٨,٧	٤,١	٧,٦	٣,٦
٤,٤	٧,٧	٢,٤	٣,١	٢,٢	٤,٥
٦,٤	٦,٠	٦,٢	٧,٠	٨,٠	٣,٢
١,١	٨,١	٤,٦	٨,٦	١,٦	٥,١

الحل:

مركز ثقل القطعة هو مركز المستطيل أى يبعد على الحافة ٩٠ متر وعن الحافة ١٧٥ متر ومنسوبه هو متوسط جميع مناسيب الأركان، أى أن:

منسوب المركز: $\frac{١٢٤,٦}{٢٤}$ = ٥,٢٠ مترا

ثم تحسب مناسيب باقى النقط مع الأخذ فى الأعتبار مقدار الميل فى الإتجاهين والجدول التالى يبين مناسيب الأرض الطبيعية. ومناسيب التسوية للنقط المختلفة وكذلك ارتفاعات الحفر والردم عند كل نقطة.

رقم النقطة	منسوب النقطة	منسوب التسوية	عمق الحفر	ارتفاع الردم	رقم النقطة	منسوب النقطة	منسوب التسوية	عمق الحفر	ارتفاع الردم
١	٦,٢٠	٩,٠٦		٢,٨٦	١٣	٦,٤	٨,٥٨		٢,١٨
٢	٤,٤	٧,٦٦		٣,٢٦	١٤	٦,٠	٧,١٨		١,٨٨
٣	٨,٧	٦,٢٦	٢,٤٤		١٥	٦,٢	٥,٧٨	٠,٤٢	
٤	٤,١	٤,٨٠		٠,٧٩	١٦	٧,٠	٤,٣٨	٢,٦٢	
٥	٧,٦	٣,٤٦	٤,١٤		١٧	٨,٠	٢,٩٨	٥,٠٢	
٦	٣,٦	٢,٠٦	١,٥٤		١٨	٣,٢	١,٥٨	١,٦٢	
٧	٤,٤	٨,٨٢		٤,٤٢	١٩	١,١	٨,٣٤		٧,٢٤
٨	٧,٧	٧,٤٢	٠,٣٢		٢٠	٨,١	٦,٩٤	١,١٦	
٩	٢,٤	٦,٠٢		٣,٦٢	٢١	٤,٦	٥,٥٤		٠,٩٤
١٠	٣,١	٤,٦٢		١,٥٢	٢٢	٨,٦	٤,١٤	٤,٤٦	
١١	٢,٢	٣,٢٢		١,٠٢	٢٣	١,٦	٢,٧٤		١,١٤
١٢	٤,٥	١,٨٢	٢,٦٨		٢٤	٥,١	١,٣٤	٣,٨٦	

عدد نقاط الحفر = ١٢

عدد نقاط الردم = ١٢

مساحة الجزء المحفور = (١٢ / ٢٤) × ٣٥٠ × ١٨٠ = ٣١٥٠٠ م^2

مساحة الجزء المردوم = (١٢ / ٢٤) × ٣٥٠ × ١٨٠ = ٣١٥٠٠ م^2

متوسط عمق الحفر = (٣٣,٢٨ / ١٢) = ٢,٧٧٣ م

متوسط ارتفاع الردم = (٣٠,٨٧ / ١٢) = ٢,٥٧٢٥ م

مكعبات الحفر = ٣١٥٠٠ × ٢,٧٧٣ = ٨٧٣٦٠ متر^3

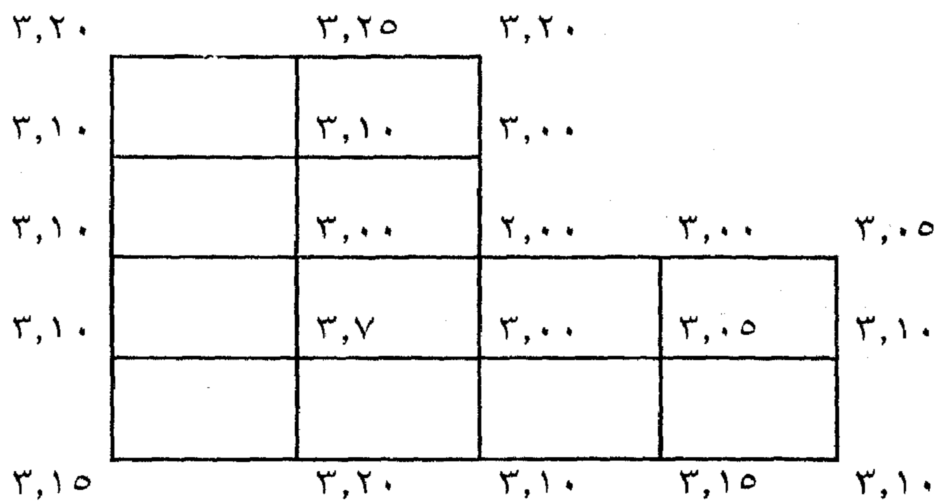
مكعبات الردم = ٣١٥٠٠ × ٢,٦٥٧٥ = ٨٣٧١١,٢٥ متر^3

متوسط مكعبات التسوية = (٨٧٣٦٠ + ٨٣٧١١,٢٥) / ٢ = ٨٥٥٣٦,٦٢٥ متر^3

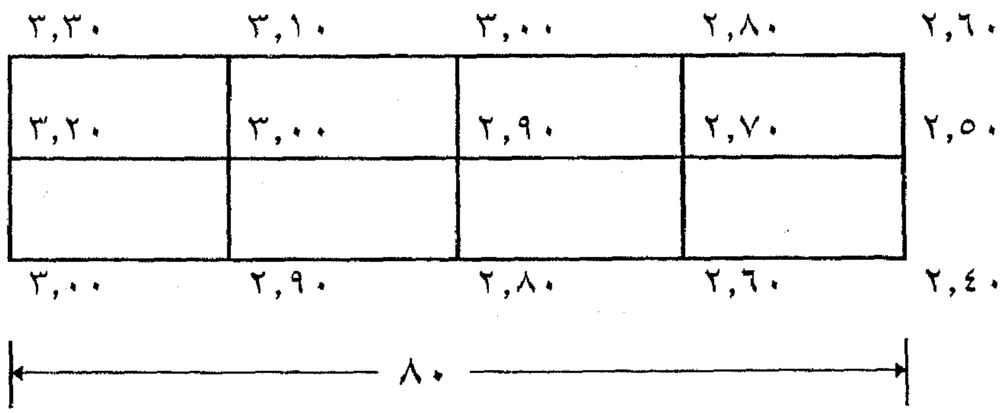
ما يخص الفدان = (٨٥٥٣٦,٦٢٥ × ٤٢٠٠) / (٣٥٠ × ١٨٠) = ٥٧٠٢,٤٤ متر^3/ فدان

تمارين على الباب الثامن

١- عملت ميزانية شبكية لقطعة أرض مقسمة إلى مربعات ١٠ × ١٠ متر كما هو موضح بالرسم. احسب مكعبات الحفر أو الردم الناتجة إذا كان المطلوب التسوية على منسوب ٣,٠٠ متر.



٢- قطعة أرض كالمبينة بالشكل. المطلوب حساب مكعبات الحفر أو الردم الناتجة إذا كان المطلوب التسوية على منسوب ٣,٠٠ متر.



٣- عند إجراء ميزانية شبكية بين رؤوس مستطيلات (٤٠ × ٦٠ متر) كانت النتائج هى:

الصف الأول	١,٣٠	٢,٧٠	١,٦٠	٣,١٠	٣,٦	٢,٣٠
الصف الثانى	٢,٥	١,٧	٢,٧	١,٤	١,٨	١,٩٠
الصف الثالث	٢,١٠	١,٩٠	٠,٧٠	١,١٠	٢,٣٠	
الصف الرابع	١,٤٠	٢,٥٠	٣,٦٠	١,٨٠	١,٤٠	
الصف الخامس	٣,٠٠	٣,٢٠	٢,٣٠			

فإذا أريد تسوية هذه الأرض حتى منسوب (٤,٠٠) عين كمية الردم اللازمة حتى منسوب (٤,٠٠) عين كمية الردم اللازمة لذلك ـ وإذا وصلت الأقطار فى المستطيلات للحصول على نتائج أدق ـ فما الفرق الناتج فى هذه الحالة.

٤- فى المسألة السابقة إذا أريد تسوية هذه الأرض لمنسوب (٢,٠٠) متر، فعين كمية الأتربة الناتجة من الحفر وكمية الأتربة اللازمة للردم.

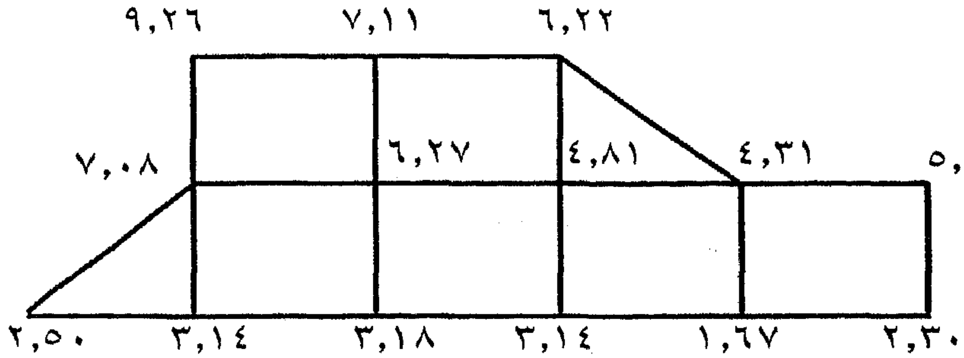
٥- من أربعة أوضاع للميزان أخذت قراءات القامة على قطاع طولى لتعيين مناسيب النقط المختلفة فكانت:

الصف الأول	٢,١٥	٣,١٤	١,٧٥	
الصف الثانى	٠,٤٣	٢,٨٥	٣,٢٤	٢,٩٠
الصف الثالث	٠,٢٤	١,٨٥	٢,٧٥	٢,٩٥
الصف الرابع	٠,٩٥	٣,٢٤	٢,٨٧	٣,٠٢

فإذا كان منسوب النقطة الخامسة (١٣,٢٠) مترا ـ فعين فى جدول للميزانية مناسيب نقط القطاع مستعملاً طريقة فرق الارتفاع.

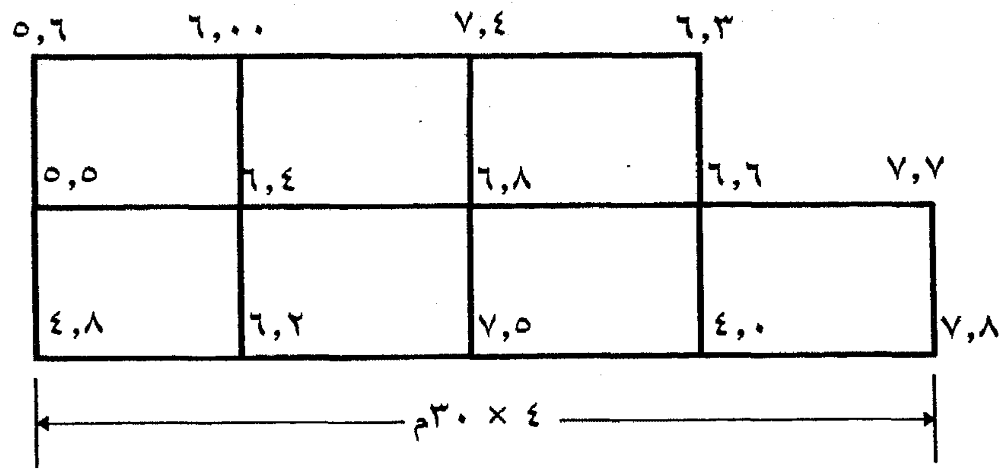
٦- قطعة أرض مستطيلة الشكل طولها ١٥٠ متر وعرضها ٨٠ متر عملت لها ميزانية شبكية وعينت مناسيب أركانها كما هو موضح بالشكل ـ احسب كميات الحفر اللازمة كما إذا كان المطلوب تسويتها على منسوب ٤,٠٠ سنتيمتر.

٧- الشكل يبين ميزانية شبكية لقطعة أرض مقسمة إلى مربعات ٥٠ × ٥٠ يراد تسويتها لاستصلاحها. أوجد منسوب التسوية الذى عنده تكـ كميات الحفر تساوى كميات الردم.



٨- فى المسألة السابقة المطلوب تسوية الأرض على منسوب ٤ متر. احسب كميات الحفر والردم.

٩- المطلوب تسوية قطعة الأرض المبينة بالشكل على منسوب أفقى يساوى ٦,٠٠ متر. احسب كميات الحفر والردم.



الباب التاسع

المساحة التاكيومترية

Tachometry

الباب التاسع

المساحة التاكيومترية

Tachometry

٩-١- مقدمة:

يتلخص موضوع القياس التاكيومترى فى تحديد المسافات الأفقية والأبعاد الرأسية بين النقط المختلفة من واقع أرصاد من جهاز يسمى التاكيومتر بطرق سريعة وبدقة مقبولة دون الالتجاء إلى عملية القياس المباشر. وتعد المساحة التاكيومترية من اهم الطرق الأساسية المتبعة فى القياسات الأفقية والرأسية، ومعنى كلمة التاكيومترية هو القياس السريع.

والتاكيومتر عبارة عن جهاز مساحى مجهز بتركيبات خاصة لايجاد المسافات والارتفاعات باجراء بعض العمليات الحسابية، وفى بعض الأجهزة يمكن الحصول على المسافات والأرتفاعات إما بدون عمليات حسابية على الأطلاق أو بعمليات حسابية بسيطة جدا. ومع التقدم والتطور فى صناعة الأجهزة المساحية أمكن الحصول على دقة عالية جدا فى القياسات التاكيومترية.

٩-٢- أغراض المساحة التاكيومترية:

نستعمل المساحة التاكيومترية فى أغراض كثيرة أهمها:

١- رفع وبيان التفاصيل الطبوغرافية للمناطق المتسعة كمناطق التشجير ومصدات الرياح ومناطق استصلاح الأراضى

٢- عمل خرائط كونترية خاصة فى الأراضى غير المستوية (ذات الطبوغرافية الوعرة) حيث يصعب يستحيل القياس المباشر.

٣- التوقيع المبدئى للأعمال الهندسية وعمل القطاعات الطولية وكذلك تستعمل فى المساحة الهيدروجرافية وفى تعيين معدلات الانحدارات للمشاريع الممتدة.

٤- قياس اطوال المضلعات حيث تحسب أطوال أضلاعها مع قياس الزوايا بين هذه الأطوال من موضع رصد واحد.

٩-٣- نظريات المساحة التاكيومترية:

ويمكن استنتاج وتحديد المسافة الأفقية بين النقطة المثبت فوقها الجهاز المستعمل وأى نقطة أخرى معلومة وكذلك منسوب هذه النقطة الأخيرة بالنسبة لمستوى سطح الجهاز (أو تحديد فرق المنسوب) من واقع المعلومات التالية:

١- الزواية المقاسة بواسطة الجهاز والمقابلة لمسافة صغيرة معروفة عند النقطة المعلومة (وهذه الزواية أما أفقية أو رأسية ويطلق عليها زاوية البرالاكس) والمسافة الصغيرة تعرف (بالقاعدة) أو (المسافة المقطوعة) وهى تتنوع بتنوع الطرق والأجهزة المستخدمة، فيمكن أن تكون أما مسافة مقطوعة على قامة رأسية أو مسافة أفقية على قامة أفقية عند نقطة الهدف أو على نفس الجهاز.

٢- زاوية أرتفاع أو انخفاض النقطة عن موقع الجهاز، وزاوية البرالاكس يمكن أن تكون ثابتة أو متغيرة حسب نوع الجهاز والطريقة المستعملة.

والأساس الرياضى للتاكيومترية هو تكوين مثلثات فراغبة فى مستوى رأسى أو أفقى نحصل منها على المسافة وفرق المنسوب بين طرف الخط المقاس.

٩-٤- طرق وأجهزة المساحة التاكيومترية:

هى الطرق التى تكون فيها القاعدة عند وضع الهدف، وزاوية البرالاكس عند موضع الرصد. وتتميز طرق هذه المجموعة بأن دقتها عالية وهى:-

١- طرق شعرات القياس (شعرات الأستاديا) (Stadia Hair).
٢- طريقة الظلال: (Tangent Method).
٣- طريق قضيب الأنفار (Subtense Bar).
٤- طريقة منشور المسافة (Subrense Wedge)

٩-٤-١- طريقة شعرات الأستاديا (Stadia Hair System)

تعتبر طريقة شعرات الأستاديا من أسهل الطرق وأكثرها أستعمالا خاصة فى الأعمال التفصيلية الى لا تتطلب "دقة عالية" وإن كانت دقتها محدودة نظراً لتنوع الأخطاء.

فـي هـذه الطريقـة يستعمل تـاكيومتر يـزود دليلـه بشـعرتين أفقيتيـن إضافيتين أعلى وأسفل الشعرة الأفقية الأساسية (عادة أقصر منها فى الطـول) وعلى بعدين متساويين من الشعرة الوسطى. ويطلق على هاتين الشعرتين اسم (شعرتى الأستاديا). ومعظم التيودوليتات العادية وأليداد البلانشيطة والميزان مجهزة بمثـل هـذه الشـعرات. ويسـتعمل مـع التـاكيومتر قامـة عاديـة مدرجـة كالمستعملة فى الميزانية.

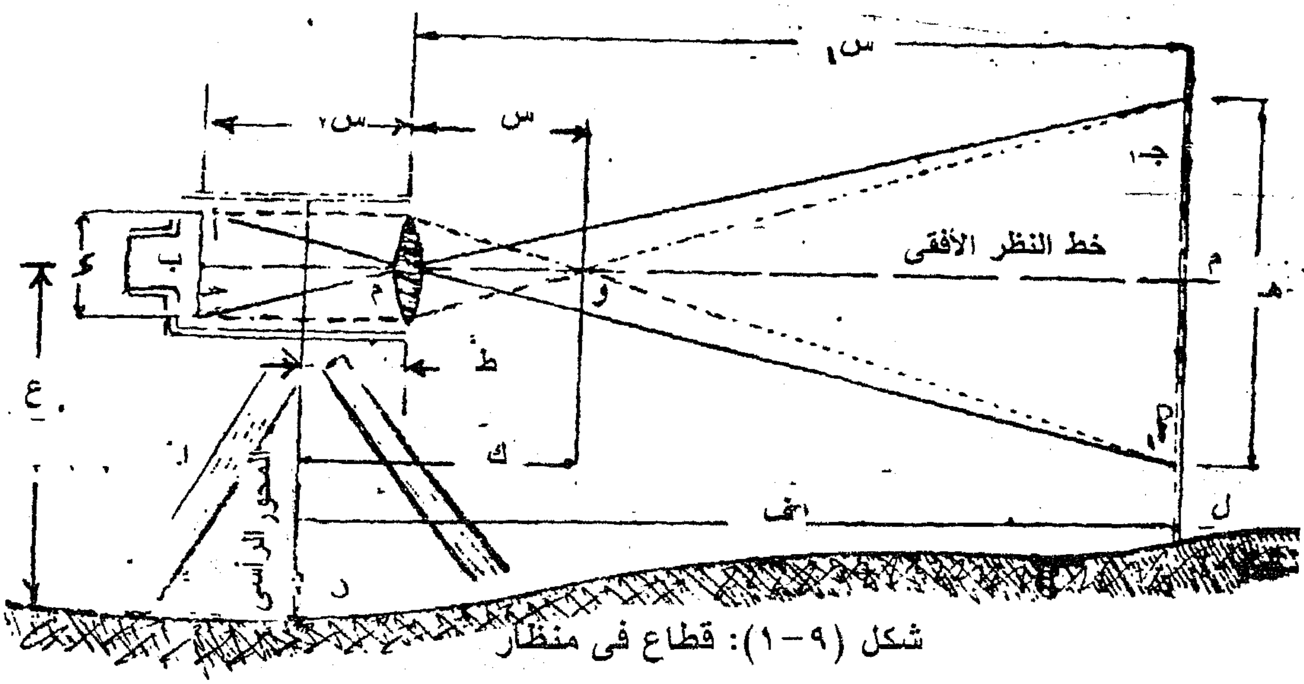
وفـى طريقـة شـعرات الأسـتاديا تؤخـذ الأرصـاد والقـراءات اللازمـة لتعيين بعد وارتفاع نقطة بتوجيه منظار الجهاز مـرة واحـدة إلـى قامـة راسـية موضوعة فوق هذه النقطة، ثم تؤخذ قراءتا القامة عند شعرتى الأستاديا ومنها يمكن حساب المسافة بين محور المنظار وموقع القامة، على ابعاد مختلفة مـن المنظار فإن الجزء المقطوع علـى القامـة والمحصـور بيـن شـعرتى الأسـتاديا يتغير تبعاً لذلك، ويتوقف مقداره على بعد القامة من الجهاز وبـذا فـإن الجـزء المقطوع على القامة يعتبر مقياساً للبعد بين القامة والجهاز وزاوية الـبرالاكس فى هذه الحالة ثابتة القيمة.

حساب المسافة والبعد الرأسى:

١ – حالة النظرات الأفقية:

وهى الحالة التى لا يكون فيها زوايا ارتفاع أو انخفـاض ويكـون فيهـا المنظـار أفقيا أى خط النظر أفقيا، أما الحالة العامة فالمنظار فيها يكـون مـائلاً ويتطلب الأمر حينئذ قياس زاوية ارتفاع أو انخفاض خـط النظـر عـن الأتجـاه الأفقى.

ويوضح شكل (٩-١) قطاع فى منظار بإحدى الأجهزة التاكيومتريـة والأشعاعات الساقطة على العدسة العينية والشيئية على القامة حيث:



شكل (٩-١): قطاع فى منظار

م: المركز البصرى للعدسة الشيئية
أ ، جـ: شعرتا الأستاديا
ب: الشعرة الأفقية الوسطة
أ١ ، ب١ ، جـ١ : قراءات الشعرات .
س: البعد البؤرى للشيئية .
س١: المسافة الأفقية بين القامة والمركز البصرى للشيئية.
س٢: البعد الأفقى بين مركز الشيئية ومستوى حامل الشعرات.
ط: البعد الأفقى بين المركز البصرى للشيئية والمحور الرأسى للدوران
هـ: المسافة المقطوعة على القامة بين شعرتى الأستاديا = أ١ جـ١

المثلثان أ١ م جـ١ ، أ م جـ مشابهان:

$$\frac{س_١}{س_٢} = \frac{هـ}{د} \qquad (٩-١)$$

$$\frac{١}{س} = \frac{١}{س_١} + \frac{١}{س_٢} \qquad (٩-٢)$$

حيث س١ ، س٢ بعدان لبؤرتين متبادلتين للشيئية.

وبضرب المعادلة (٩-٢) فى س، س ينتج.

$$س_١ = س + \frac{س_١}{س_٢} . س \qquad (٩-٣)$$

وبتعويض قيمة: $\frac{س_١}{س_٢}$ من المعادلة (٩-١) فى المعادلة (٩-٣) ينتج:

$$س_١ = س + س . \frac{هـ}{د} \qquad (٩-٤)$$

وبإضافة الثابت (ط) إلى كل من الطرفين ينتج أن:

$$س_١ + ط = (س + ط) + هـ . \frac{س}{د} \qquad (٩-٥)$$

$$ف = هـ \times ث + ك \qquad (٩-٦)$$

حيث: ث = الثابت التاكيومترى = $\frac{س}{د}$ ،

ك = الثابت الأضافى = (س + ط)

والثابت التاكيومترى ث عادة يكون رقماً صحيح مناسبا (١٠٠، ٢٠٠ ، ٥٠) والثابت الإضافى (ك) يتروواح عادة بين ٣٠، ٦٠ سنتيمتر حسب نوع الجهاز.

وتحدد المسافة الأفقية من العلاقة الآتية

المسافة الأفقية = الفرق بين قراءتى شعرتى الأستاديا × الثابت التاكيومترى + الثابت الإضافى

$$ف = ث \times هـ + ك \qquad (٩-٧)$$

أما منسوب نقطة القامة فيحسب من العلاقة الآتية:

منسوب نقطة القامة = منسوب نقطة الجهاز + ارتفاع الجهاز – قراءة الشعرة الوسطى

$$منسوب\ ل = منسوب\ ن + ع - ب_١ \qquad (٩-٨)$$

٢- النظرات المائلة:

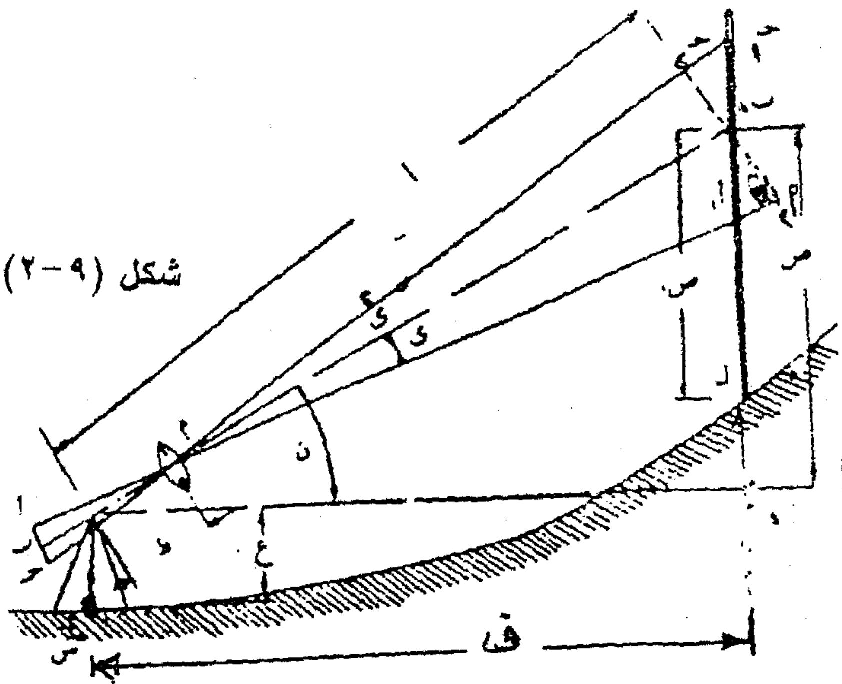
فى هذه الحالة تؤخذ الأرصاد التالية:

١- قراءات الشعرات الثلاث على القامة.

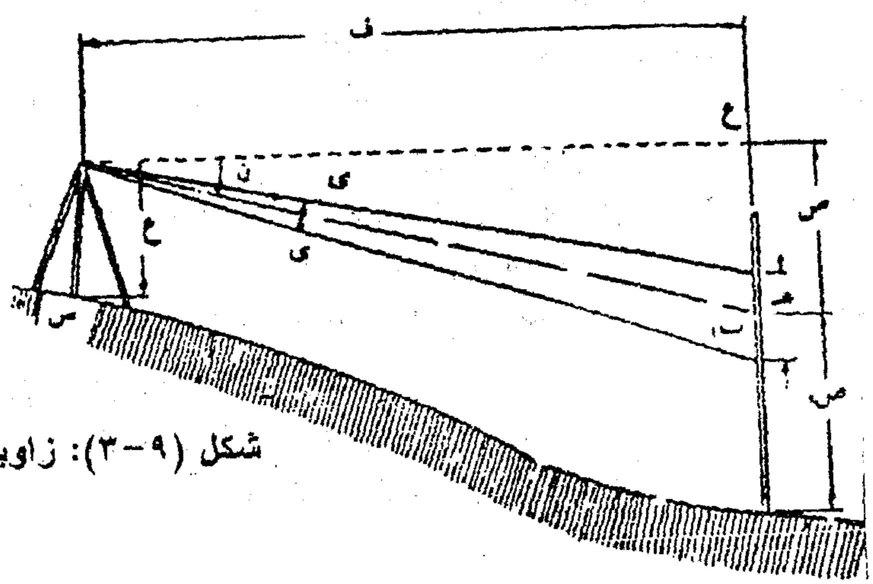
٢- زاوية ارتفاع أو انخفاض خط النظر عن الأفقى أثناء الرصد على القامة (ن).

ويوضح شكل (٩-٢) الوضع عند زاوية الرتفاع وشكل (٩-٣) الوضع عند زاوية الإنخفاض.

حيث:



شكل (٩-٢): زاوية إرتفاع



شكل (٩-٣): زاوية إنخفاض

م = المسافة المائلة بين المحور الرأسى للجهاز وبين $ب_١$ نقطة تقاطع خط النظر مع القامة.

ص= البعد الرأسى بين سطح الجهاز ونقطة $ب_١$

وتحسب المسافة الأفقية ف كالآتى:

ف = هـ ($\frac{س}{د}$) $جتا^٢$ ن + ط جتا ن

ف = ث. هـ $جتا^٢$ ن + ك. جتا ن (٩-٩)

ولايجاد منسوب نقطة القامة (ل) تحسب قيمة ص:

ص = ف ظا ن

ص = (ث. هـ $جتا^٢$ ن + ك جتا ن) ظا هـ

= ث هـ $جتا^٢$ ن. $\frac{جا ن}{جتا ن}$ + ك جتا ن. $\frac{جا هـ}{جتا ن}$

ص = ث . هـ . جتا ن جا ن + ك جا ن

جتا ن. جا ن = $\frac{١}{٢}$ جا٢ن + $\frac{١}{٢}$ جا صفر

ص = $\frac{١}{٢}$ ث. هـ جا٢ن + ك جا ن (٩-١٠)

ويمكن إيجاد منسوب نقطة القامة (فى حالة زاوية الأرتفاع) من العلاقة الآتية:

منسوب نقطة القامة = منسوب نقطة الجهاز + ارتفاع الجهاز (ع)
+ص – قراءة الشعرة الوسطى ($ص_١$)

ولإيجاد منسوب نقطة القامة (فى حالة زاوية الإنخفاض) تستخدم العلاقة الآتية:

منسوب نقطة القامة = منسوب الجهاز + ارتفاع الجهاز ع
– ص – قراءة الشعرة الوسطى $ص_١$

العدسة التحليلية: (Anallactic Lens)

هى عبارة عن عدسة إضافية موجبه أحد سطحيها محدب والأخر مستوى وتوضع بين الشيئية وحامل الشعرات بغرض التخلص من الثابت الإضافى فى المعادلات السابقة وذلك بجعله مساوياً للصفر، ومن ثم تتبسط

العمليات الحسابية إلى حد كبير. على ذلك فالجهاز المزود بعدسة تحليلية يكون الثابت الأضافى (ك) له يساوى صفرا.

تعيين الثابت التاكيومترى والثابت الإضافى:

فى المعادلات التاكيومترية ومشتقاتها يجب أن يكون الثابتان معلومين فى أى جهاز والثابتان يقدران فى المصنع ويكتبان عادة داخل صندوق الجهاز. والثابت الإضافى ليس ثابتا تماما إذا أن (ط) تتغير تغيرا طفيفا تبعا لطول النظرات نتيجة لتحرك الشيئية عند التطبيق ويندر أن يتجاوز تحركها كسراً صغيراً إذ أن النظرات القصيرة نادرة الحدوث ومن ثم يمكن اعتبار (س + ط) مقداراً ثابتاً.

وبالرغم من وجود قيمتى الثابتين داخل صندوق الجهاز فإنه يجب تعيين قيمتهما الحقيقين قبل العمل بقدر المستطاع. ولإيجاد قيمة كل من الثابتين نتبع الخطوات التالية:

١- نثبت الجهاز فوق نقطة (أ) مثلاً على أرض مستوية وندق أوتاد أو شوك على أبعاد ٣٠، ١٠٠، ١٥٠ ، ٢٠٠ مترا وتقاس هذه المسافات بالشريط الصلب بدقة وعناية.

٢- نأخذ قرارات شعرات الأستاديا بعناية تامة على كل قامة عند النقط المختلفة ويفضل أن تكون موضوعة بحيث تواجه الشمس لتظهر واضحة تماما، ويراعى عند القراءة أن نمحو خطأ الوضع تماما عند التطبيق. وفى كل مرة نأخذ مجموعتين من الأرصاد بواسطة شخصين مختلفين للتحقيق ثم يؤخذ المتوسط.

٣- تحسب هـ١ ، هـ٢ ، هـ٣ ، هـ٤ وهى المسافات المقطوعة على القامة فوق النقط المختلفة وإلى أقرب ملليمتر إذ ان الخطأ فى السنتيمتر الواحد فى قراءة القامة يقابله خطأ قدره مترا فى المسافة.

٤- نعوض بالقيم التى حصلنا عليها فى معادلة المسافة الأفقية فنحصل على أربع معادلات أنية المجهول فيها الثابتان $\frac{س}{د}$ ، (س+ ط).

٥- إذ لم نتمكن من أخذ نظرات أفقية فنأخذ نظرات مائلة وتطبق المعادلات.

مثال: لإيجاد مناسيب نقطتين أ ، ب رصدت القامة الموضوعة عند أ فكانت قراءات الشعرات ١,٢٠ - ١,٦٠ - ٢,٠٠ متر وزاوية إنخفاض ٤٢َ ٦°.

ورصدت القامة الموضوعة عند ب فكانت القراءات ١,٨٥ - ٢,٥٠ - ٣,١٥ وزاوية إرتفاع ٣٠ ١٢°. وذلك من جهاز موضوع عند نقطة منسوبها ١٢,٥٠ متر احسب مناسيب النقطتين أ ، ب وبعد الجهاز عن تلك النقطتين علماً بأن ثابت الجهاز التاكيومترى ١٠٠ متر والثابت الأضافى ٣٠سم. وارتفاع الجهاز ١,٢٥ متر.

الحل:

عند رصد أ

المسافة بين الجهاز ونقطة أ = ف ج أ

ف ج أ = ث. هـ جتا^{2} ن + ك جتا ن

ف ج أ = ١٠٠ (٢,٠٠ - ١,٢٠) جتا^{2} ٤٢ َ ٦° + ٠,٣٠ جتا ٤٢ َ ٦°

= ١٩٧,٥٨ متر.

ص = $\frac{1}{2}$ ث هـ جا^{2} ن + ك جا ن

= $\frac{1}{2}$ ث (٢,٠٠ - ١,٢٠) جا^{2} ٤٢ َ ٦° + ٠,٣٠ جا ٤٢ َ ٦°

= ٠,٥٧ متر.

منسوب نقطة أ = منسوب نقطة الجهاز + إرتفاع الجهاز - ص - قراءة الشفرة الوسطى

= ١٢,٥٠ + ١,٢٥ - ٠,٥٧ - ١,٦٠

عند رصد ب

المسافة بين نقطة الجهاز ونقطة ف

ف ج ب = ث. هـ جتا^{2} ن + ك جتا ن

= ١٠٠(٣,١٥ - ١,٨٥) جتا^{2} ٣٠ َ ١٢° + ٠,٣٠ جتا ٣٠ َ ١٢°

= ١٢٤,٢ متر

ص = $\frac{1}{2}$ ث هـ جا^{2} ن + ك جا ن

= $\frac{1}{2}$ × ١٠٠ (٣,١٥ - ١,٨٥) جتا^{2} ٣٠ َ ١٢° + ٠,٣٠جا ٣٠ َ ١٢°

= ٣,١١٥ متر

منسوب نقطة ب = ١٢,٥٠ + ١,٢٥ + ص - ٢,٥٠ =

= ١٢,٥٠ + ١,٢٥ + ٣,١١٥ - ٢,٥٠ = ١٤,٣٦

مثال٢: فى المثال السابق. احسب معدل الانحدار بين النقطتين أ ، ب. إذا كانت الزاوية المحصورة بين الخطين الواصلين بين الجهاز والنقطتين ٤٥ ١٢٣°

الحل:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب بين النقطتين}}{\text{المسافة بين النقطتين}}$$

من حساب المثلثات يمكن إيجاد المسافة المحصورة بين أ ، ب

$$ف_{أب} = \sqrt{(ف_{جب})^{٢} + (ف_{جأ})^{٢} - ٢\ ف_{جأ}\ \text{جتا ى}}$$

$$= \sqrt{(١٩٧,٥٨)^{٢} + (١٢٤,٢)^{٢} - ٢(١٩٧,٥٨)\ (١٢٤,٢)\ \text{جتا}\ ٤٥\ ١٢٣°}$$

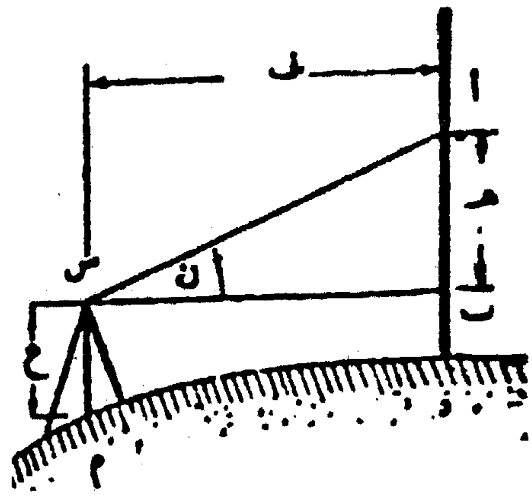
$$\text{معدل الانحدار} = \frac{١٤,٣٦ - ١٣,٥٨}{٩٧,٦٨} = -\ ٠,٨٪$$

٩-٤-٢- طريقة الظلال (Tangent System)

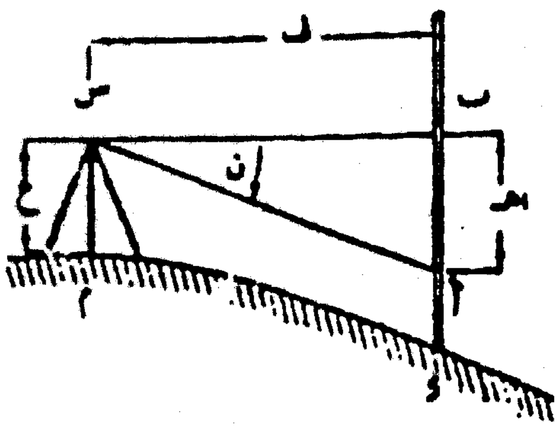
يمكن فى هذه الطريقة تعيين المسافة الأفقية والبعد الرأسى باستعمال تيودوليت عادى والأرصاد المطلوبة هى الزاوية الرأسية التى رأسها عند الجهاز ووترها مسافة معلومة بين هدفين ثابتين على قامة أو شاخص، وهذا يتطلب توجيه المنظار مرتين على القامة الموضوعة رأسى فوق النقطة المطلوب إيجاد بعدها وتقرأ الشعرة الوسطى على القامة وقيمة الزاوية الرأسية فى كل مرة.

لفرض أن المطلوب إيجاد المسافة الأفقية (ف) بين نقطتى الجهاز والقامة مثل (د،م على الترتيب) وكذلك الفرق بين منسوبيهما. فعندما تسمح طبيعة الأرض بقراءة القامة وخط النظر الأفقى.

نأخذ نظرة أفقية (س ب) إلى قامة فى نهاية الخط عند (د) ثم نظرة مائلة (س أ) إلى أعلى كما فى شكل (٩-٤) أو إلى أسفل كما فى شكل (٩-٥) حسبما تسمح به طبيعة الأرض . نعين زاوية الأرتفاع (فى الحالة الأولى) أو زاوية الأنخفاض (فى الحالة الثانية).



شكل (٩–٤)



شكل (٩–٥)

بفرض أن ب = القراءة على القامة عند خط النظر

أ = القراءة على القامة عندما خط النظر يميل على الأفقى بزاوية قدرها ن.

المسافة الأفقية = (قراءة أ − قراءة ب) / ظا ن = (٩–١١)

منسوب نقطة د = منسوب م + إرتفاع الجهاز − القراءة ب (٩–١٢)

أما عندما لاتسمح طبيعة الأرض بأخذ نظرات أفقية. نوجه المنظار إلى القامة أولا بزاوية ميل (ن) وتدون قراءة القامة. ثم تغير زاوية الميل ولتكن (ى) وتدون القراءة الناتجة على القامة كما فى شكلى (٩–٦) و (٩–٧).

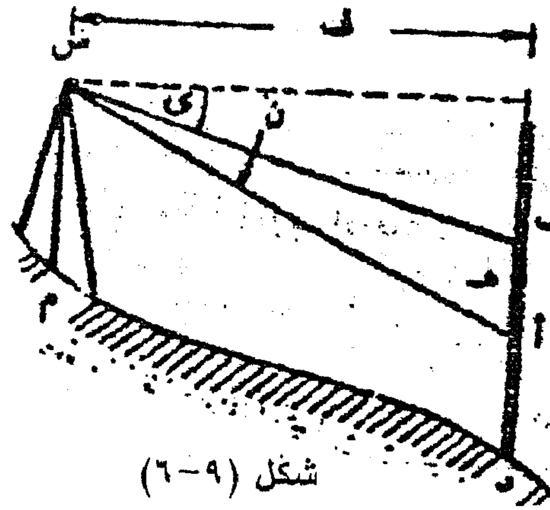
∴ أ ط = ف ظا ن، ب ط = ف ظا ى

أ ط − ب ط = قراءة أ − قراءة ب

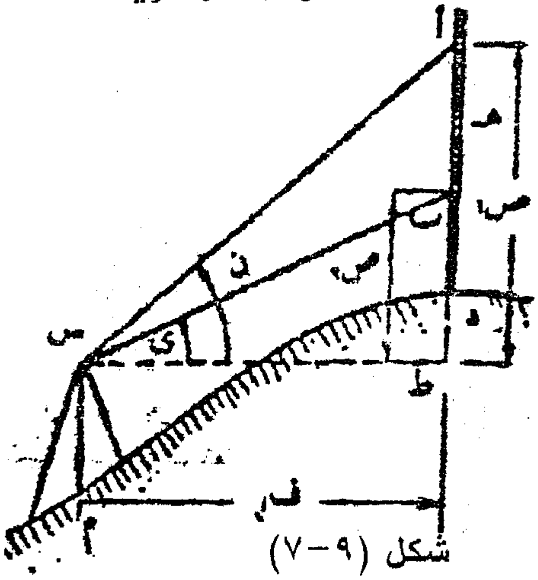
ف ظا ن − ف ظا ى = قراءة أ − قراءة ب

ص$_1$ = ف ظان ، ص$_2$ = ف ظا ى

المسافة الأفقية = (قراءة أ − قراءة ب) / (ظا ن − ظا ى) = (٩–١٣)



شكل (٩-٦)



شكل (٩-٧)

ويحسب منسوب النقطة د في حالة زاوية الأرتفاع من العلاقة التالية:

منسوب د = منسوب م + ارتفاع الجهاز (ع) + ف ظا ى - ب د

= منسوب م + أرتفاع الجهاز (ع) + ف ظا ن - أ د (٩-١٤)

وفي حالة زاوية الأنخفاض:

منسوب د = منسوب م+ أرتفاع الجهاز - ف ظا ى - ب د

= منسوب م + أرتفاع الجهاز - ف ظا هـ - أ د (٩-١٥)

أما في حالة رصد الزاويتان ن، ى أحدهما زاوية أرتفاع والأخرى إنخفاض

ف = هـ / (ظا ن + ظا ى) (٩-١٦)

مثال ١:

وضع جهاز في نقطة جـ وكانت زاويتا أرتفاع نقطتين على قامة فوق ب هما ١٤َ ٢°، ٣٦َ ٥° عندما كانت قراءة القامة ٠,٨٠، ٢,٢٠ مترا على الترتيب. ماهى المسافة الأفقية ب جـ وما منسوب نقطة ب إذا كان منسوب جـ = ٨٢,١٥ مترا وأرتفاع الجهاز = ١,٣٥ مترا ؟

الحل:

$$ف = \frac{٢,٢٠ - ٠,٨٠}{ظا ٣٦ ٥° - ظا ١٤ ٢°} = ٢٣,٧٠ \text{ مترا}$$

ص= ٢٣,٧٠ ظا ١٤ ٢° = ٠,٩٢٤ مترا

منسوب ب =١,٣٥+ ٨٢,١٥ +٠,٩٢٤ - ٠,٨٠ = ٨٣,٦٢٤ مترا

٩-٤-٣ طريقة قضيب الأنفار (Invar Subtense Bar)

تعتبر طريقة قضيب الأنفار من أهم التاكيومترية لتعدد مزاياها وتنوع أستعمالاتها ويمكن قياس مسافات بهذه الطريقة حتى ٩٠٠ متر. وطريقة قضيب الأنفار هى طرق استخدام القاعدة ثابته عند موضع الهدف وتتغير زاوية البرالاكس حسب المسافة المقيسة وحسب وضع القضيب بالنسبة للخط المقيس. واساس هذه الطريقة هو قياس زاوية البرالاكس المحصورة بين طرفى قضيب ذى طول معين موضوع افقيا عند أحد طرفى الخط ويتم قياس هذه الزاوية بواسطة التيودوليت عند الطرف الأخر للخط.

ويستعمل قضيب الأنفار فى الأعمال المساحة التى تحتاج إلى دقة عالية فى قياس الأطوال ويمكن حصرها فيما يلى :

١- قياس خطوط المضلعات (الترافرسات)
٢- تعيين أطوال خطوط قواعد المثلثات
٣- أعماق مساحة الأنفاق والمناجم .
٤- أعمال توقيع وتخطيط المشروعات .
٥- تحديد أطوال ثابتة لمعايرة الشرائط ولتعيين ثوابت الأجهزة المساحية كالثابت التاكيومترى والإضافى .

وتتميز طريقة قضيب الأنفار عن الطرق الأخرى بالمميزات التالية .

١- أستعماله أسهل من القياس المباشر بالشريط .
٢- الحصول على المسافة الأفقية مباشرة وبدقة عالية جدا ولا تحتاج إلى حسابات معقدة .
٣- لا تتأثر المسافة المقاسة بالتغير فى درجة الحرارة أوطبوغرافية المنطقة.

٤- يمكن قياس خطوط تصل إلى كيلو متر واحد تقريبا بإتخاذ أوضاع مختلفة للقضيب وبدقة عالية جدا لا تتوفر أى أجهزةتاكيومترية أخرى .

تتلخص نظرية القياس بهذه الطريقة فيما يلى :

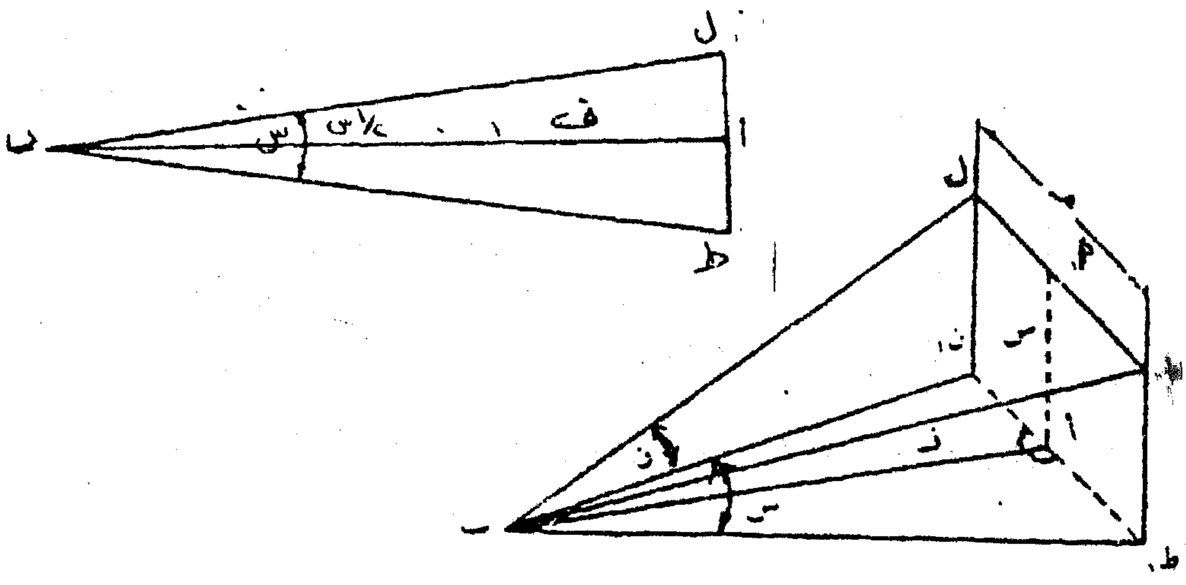
١- عند تحديد مسافة معينة أب مثلا، فيتم ذلك بواسطة قضيب الأنفار المحدد الطول بعلامتين (ل، ط) يحصران مسافة معلومة ومحددة بدقة تامة ولتكن هـ شكل (٩-٨أ).

٢- يثبت القضيب أفقيا على حامل فوق نقطة أ وبحيث يكون عموديا على الخط أ ب المراد قياسه. ثم يوضع فى الطرف ب تيودوليت لقياس الزاوية الأفقية (زاوية البرالاكس) بين نهايتى الذراع ل،ط، وهذه الزاوية لا تتأثر بإختلاف منسوب التيودوليت عن منسوب الذراع حيث زاوية البرالاكس المقاسة هى الزاوية الأفقية س(شكل ٩-٨ب).

$$\text{المسافة الأفقية (أ ب) ف} = \frac{١}{٢} \text{ هـ ظتا } \frac{\text{س}}{٢}$$

ص = ± ف ظا ن

منسوب أ = منسوب ب + أرتفاع التيودوليت عند ب ± ص - أرتفاع حامل القضيب فوق أ

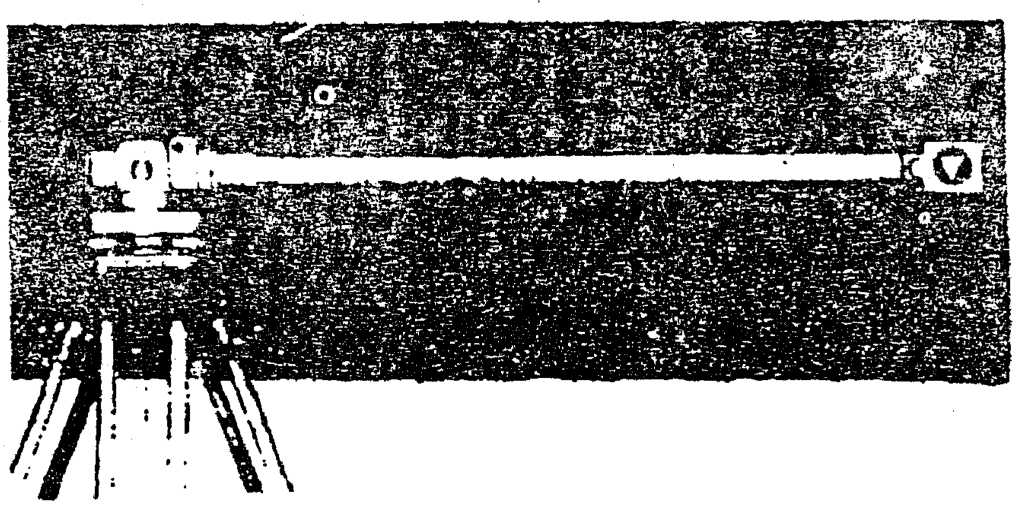


شكل (٩-٨)

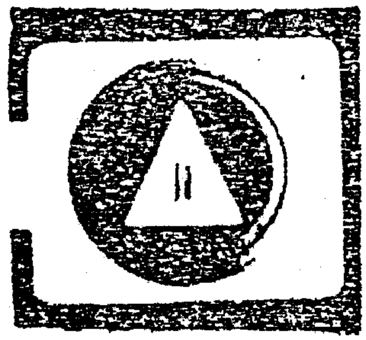
ويعتبر العامل الأول والأخير من العوامل ذات التأثير الكبير على درجة الدقة بينما لاتتأثر هذه الدقة بالعاملين الثانى والثالث تأثيرا كبيراً .

وصف الجهاز:

والجهاز يتركب من ذراعين (شكل ٩-٩) كل منهما عبارة عن أنبوبة من الصلب مفرغة طولها متراً واحداً تقريباً، ويربطهما عند أحد طرفيهما مفصلة وعند الطرف الأخر قرصان زجاجيان بهما علامتان مثلثتا الشكل بداخل كل منهما زوجان من الخطوط شكل (٩-١٠)، أحد هذين الزوجين عبارة عن خطين سميكين للرصد البعيد والزوج الأخر خطين رفيعين للرصد القريب، كما يوجد بداخل كل من المثلثين دائرة صغيرة أو فتحة مغطاه بزجاج أحمر اللون للرصد عليه ليلا ويمكن رؤية العلامتين بوضوح حتى على بعد ٧٠٠ متر والمسافة بين هاتين العلامتين = ٢,٠٠ متر تماما. والذراعان يمكن طيهما على بعض أو فتحيهما على إستقامة واحدة عند الأستعمال وبداخل كل ذراع سلك من الأنفار أحد طرفيه مثبت فى طرف الأنبوبة عند المفصلة والطرف الثانى مشدود إلى الخارج بواسطة زنبرك وبذا تظل المسافة بين العلامتين ثابتة وتساوى مترين تماما إذا تمددت الأنبوبة أو أنكمشت نتيجة لتغير درجة الحرارة . وعند منتصف القضيب مثبت منظار صغير (م) محوره البصرى متعامد مع الخط الواصل بين علامتى الرصد وبواسطة هذا المنظار تجعل القضيب متعامدا على الخط مراد قياسه.



شكل (٩-٩)



شكل (٩-١٠)

طريقة القياس:

لقياس مسافة ما مثل أ ب تجرى الخطوات التالية :

١- نثبت القضيب جيدا فوق حامله مسامتا أحد طرفى الخط المراد قياسه وليكن نقطة (أ) بواسطة خيط وثقل الشاغول مع جعله أفقيا بالتقريب.

٢- نفتح ذراعى القضيب على إستقامة واحدة ثم نجعله أفقياً تماما بواسطة مسامير التسوية وميزان التسوية الدائرى المثبت فوق الحامل ومن ثم يكون الخط الواصل بين علامتى الرصد أفقى تماما.

٣- ندير القضيب باليد حول محوره الرأسى حتى نرصد خلال المنظار الصغير (م) خيط شاغول التيودوليت المثبت فوق (ب) والمسامت لها وبذا يكون القضيب معداً للقياس.

٤- نوجه التيودوليت الموجود على الطرف الاخر للخط المراد قياسه وهو فى وضع متيامن إلى العلامة اليسرى ونقرأ الدائرة الأفقية ثم ترصد العلامة اليسرى ونقرأ الدائرة الأفقية ثم ترصد العلامة اليمنى.وبطرح القراءتين نحصل على زاوية البرالاكس (س) وتكون المسافة الأفقية:

$$ف = \frac{١}{٢} هـ ظتا \frac{س}{٢}.$$

وحيث أن : هـ = طول قضيب الانفار ٢,٠ مترا

$$ف = ظتا \frac{١}{٢} س$$

وذلك سواء أكان خط النظر أفقيا أو مائلا لأن الزاوية المقاسة هى الزاوية الأفقية. ولإيجاد منسوب (أ) نطبق المعادلة الآتية.

منسوب أ = منسوب ب + إرتفاع التيودليت عند ب

± ص − إرتفاع حامل القطب فوق (أ)

وتتوقف الدقة فى حساب المسافة بهذه الطريقة على العوامل الآتية :

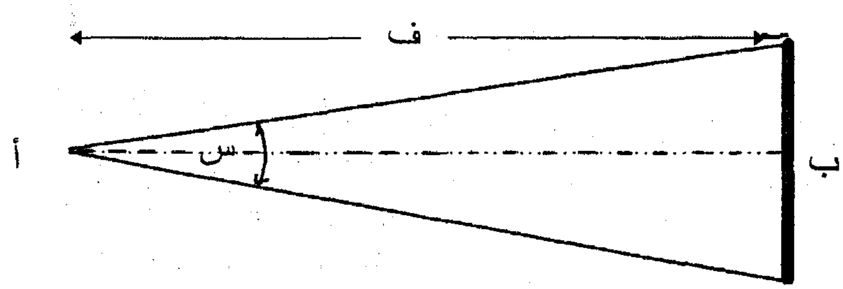
١- درجة دقة قياس زاوية البرالاكس (وتتوقف على دقة التيودوليت) وعدد مرات رصد الزاوية.
٢- تعامد قضيب الأنفار على الخط المقيس .
٣- أفقية القضيب .
٤- أوضاع القضيب المختلفة بالنسبة لطول المسافات المقاسة.

حالات القياس المختلفة:

عند وضع قضيب الأنفار عند أحد طرفى الخط المراد قياسه ووضع التيودوليت فى الطرف الأخر نجد أن مقدار الخطأ النسبى المحتمل فى حالة إستخدام تيودوليت دقيق م القضيب يزيد بازدياد المسافة المقاسة فمثلا تكون نسبة الخطأ ١: ١٠٠٠٠ عند قياس خط طوله ٤٠ متر بينما تزيد هذه النسبة وتصل إلى ١: ٥٠٠٠ عند قياس خط طوله ٨٠ متر – ولما كانت هذه النسبة هى المسموح بها فى القياس فإنه يجب أن يأخذ القضيب أوضاعا مختلفة نوردها فيما يلى:

الوضع الأول: القضيب عند طرف الخط المقاس مباشرة:

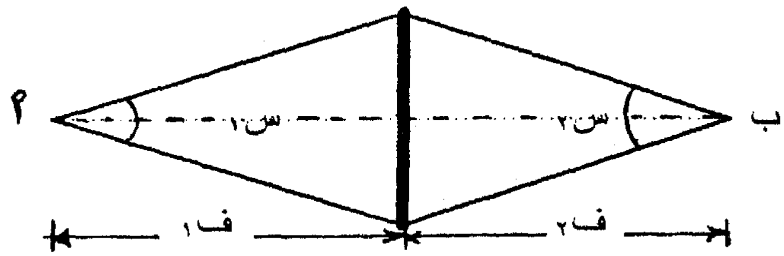
وتصلح للمسافات حتى ٨٠ متر.



المسافة ف = ظتا $\frac{١}{٢}$ س

الخطأ النسبى المحتمل ١: ٦٠٠٠ لمسافة ٧٥ متراً
١: ٥٠٠٠ لمسافة ٨٠ مترا

الوضع الثانى: القضيب يتوسط الخط المقاس مباشرة :



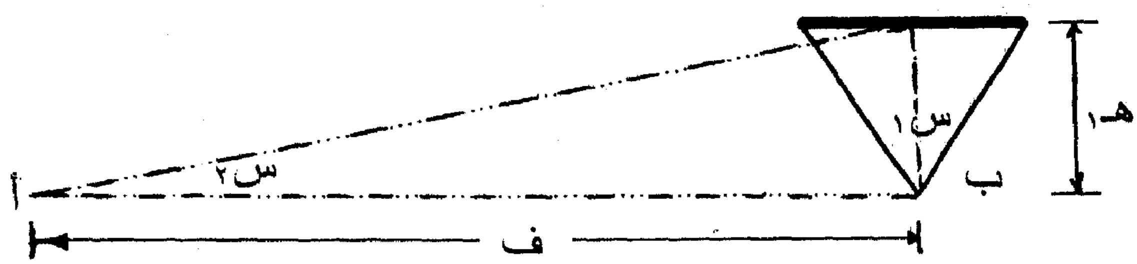
وتصلح المسافات من ٨٠ حتى ١٥٠متر

$$ف_1 + ف_2 = (ظتا \frac{1}{2} س_1 + ظتا \frac{1}{2} س_2)$$

الخطأ النسبى المحتمل ١: ٨٠٠٠ لمسافة ١٥٠ متر .

الوضع الثالث: القضيب عند أحد طرفى الخط مع إستعمال خط قاعدة مساعد:
ويصلح هذا الوضع للمسافات من ١٦٠ متر حتى ٣٥٠ متر.
والخطأ النسبى المحتمل ١: ١٢٠٠٠ لمسافة ٣٠٠ متر .

ويتم ذلك على النحو التالى .



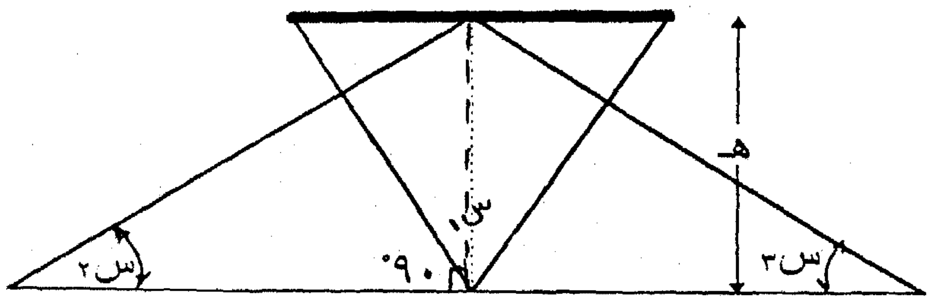
١- نقيم الخط المساعد (هـ١) متعامدا مع أحد طرفى الخط المراد قياسه. وعند اختيار خط القاعدة المساعدة يجب أن يساوى $\sqrt{٢ف}$ حيث ف المسافة بالتقريب المراد قياسها.
٢- نقيس هـ١ بوضع قضيب الأنفار فى نهايتها وذلك بقياس الزاوية الأفقية س١

طول خط القاعدة المساعد هـ١ = ظتا $\frac{س_1}{2}$

٣- تقاس الزاوية س٢.

٤- تحسب المسافة الأفقية ف كالآتى:

الوضع الرابع: القضيب عند منتصف الخط المقاس مع إستعمال خط قاعدة مساعد ويصلح هذا الوضع للمسافات من ٣٥٠ متر وحتى ٨٠٠ متر. والخطأ النسبى ١: ١٤٥٠٠ لمسافة ٦٠٠ متر ويتم ذلك على النحو التالى:



١- نقيم الخط المساعد (هـ١) متعامدا عند منتصف الخط المراد قياسه تقريبا ويساوى تقريباً $0.7\sqrt{2}$ ف تقريباً

٢- تقاس(هـ١) بوضع قضيب الأنفار فى نهايته وذلك بقياس الزاوية الأفقية س١ ثم تقاس س٢، س٣ .

طول خط القاعدة المساعد هـ١ = ظتا $\frac{1}{2}$ س١

٣- تقاس س٢، س٣

المسافة الأفقية ف = هـ١ (ظتا س٢+ ظتا س٣)

مصادر الأخطاء فى المساحة التاكيومترية:

فضلاً عن مصادر الأخطاء فى العمل بالتيودوليت فإن العمل فى المساحة التاكيومترية معرض لكثير من مصادر الأخطاء عن الميزانية وعلى العموم يمكن تقسيم مصادر الأخطاء فى إيجاد المسافات والأرتفاعات بطريقة شعرات الأستاديا الى ثلاثة أنواع هى:

أولاً: أخطاء شخصية:

أ- الخطأ فى قراءة القامة ومن الأخطاء الشائعة قراءة الشعرة الوسطى بدلاً من إحدى شعرتى الأستاديا وبذا نحصل على نصف المسافة الصحيحة

ويمكن تلافى الوقوع فى مثل هذا الخطأ بتقدير المسافة بالعين المجردة، وكثير من الأجهزة يجهز دليلها بشعرات قطرية لهذا السبب.

ب- الخطأ فى قياس الزاويا الرأسية ويجب الأحتياط تماماً فى قياسها خاصة إذا كانت زاوية الميل كبيرة والمسافة طويلة. وبدراسة معادلات طريقة الأستاديا نجد أن الخطأ فى قياس الزوايا الرأسية فى الأحوال العادية ليس له أثر هام على المسافة الأفقية المحسوبة فمثلاً خطأ مقداره دقيقة واحدة فى قياس زاوية رأسية قدرها ٥° يؤثر على دقة تعيين المسافة الأفقية بمقدار $\frac{١}{٢٠٠٠}$ بينما لو كانت الزاوية الرأسية ١٥° فإن المتغير يكون $\frac{١}{١٠٠}$.

وتأثير الخطأ فى الزوايا الرأسية على قيمة فرق الأرتفاعات هام نسبيا فمثلاً خطأ مقداره دقيقة واحدة فى أى زاوية رأسية فى النطاق العادى يعطى خطأ مقداره ٤سم تقريباً فى الأرتفاع إذا كانت المسافة الأفقية ١٠٠ متر.

جـ- الخطأ الناتج من وضع القامة رأسية ويزداد تأثير هذا الخطأ بإزدياد زاوية الميل.

ومن الشروط الواجب إتخاذها فى أعمال المساحة التاكيومترية أن تكون القامة رأسية تماماً إذ أن ميل القامة بسبب خطأ فى المسافة المرصودة ويزداد مقدار هذا الخطأ كلما زادت زاوية ميل خط النظر. فمثلاً إذا كان لدينا قامة طولها ٤ متر وكانت قمتها تبعد عن الوضع الرأسى ١٥ سم الى الناحية المضادة من الجهاز (أى يميل ٥٣' ٢° عن الرأسى) وكانت المسافة = ٢١٠ متر والزاوية الرأسية ٥° فإن الخطأ الناتج = ١,٢ سم على القامة أى ١,٢ متر فى المسافة إما إذا كانت الزاوية الرأسية ١٥° فإن الجزء المحصور على القامة = ٣,٣ سم أى ٣,٣ متر فى المسافة.

وفى بعض الأعمال التاكيومترية يجب جعل القامة رأسية بواسطة ميزان تسوية خاصة إذا كانت زاوية ميل خط النظر كبيرة.

د- الخطأ فى إستعمال الثابت التاكيومترى الصحيح فقد نستعمل الثابت ١٠٠ وهو فى الواقع ليس كذلك وهذا من أهم مصادر الأخطاء فى المساحة التاكيومترية لأنه خطأ تراكمى ويمكن تلافيه بإيجاد الثابت الصحيح كما سبق توضيحية.

ثانياً – أخطاء آلية:

معظمها ينصب على أخطاء التيودوليت مثل خطا الصفر وعدم ضبط ميزان التسوية الخاص بالدائرة الرأسية وكذلك الخطأ فى تدريج القامة نتيجة لتمددها أو إنكاشها وهذا يمكن إهماله فى الأعمال العادية، ولكن فى الأعمال الدقيقة يجب معايرة القامة وإجراء التصحيح اللازم فى القراءات.

ثالثاً – أخطاء طبيعية:

وأهمها تأثير الرياح وإختلاف تأثير الأنكسار الجوى على قراءتى شعرتى الأستاديا ولتلافى تأثير الأنكسار يجب ألا يمر خط النظر (المار بالشعرة العليا) على مسافة تقل عن متر من سطح الأرض وهذا الأحتياط تزداد أهميته خاصة أثناء ساعات منتصف النهار. وأهمية هذا الخطأ ضئيلة فى الأعمال العادية التى تكون الدقة المطلوبة فيها $\frac{١}{١٠٠٠}$ أو أقل.

ونحصل على أحسن النتائج بالرصد فى الصباح بين السابعة والتاسعة أو مساء بين الرابعة والسابعة أو فى الجو الملبد بالغيوم ففى هذه الفترات يقل تغير الإنكسار إلى أقصى حد نتيجة لعدم إختلاف كثافة طبقات الهواء القريبة من الأرض عن بعضها البعض . وإذا أضطررنا للعمل أثناء منتصف النهار نأخذ قراءتى الشعرتين العليا والوسطى ونضرب الفرق فى ٢.

تمارين على الباب التاسع

١- وضع تاكيومتر على جانب جبل ورصد طرفا طريق أ ب فكانت زاوية الأرتفاع عندما رصدت أ هي ٢٠ ٢٥° وقراءات الشعرات ٢,٢٥، ٣,٠٩، ٣,٩٣ متر والجهاز مزود بعدسة تحليلية ثم رصدت قامة عند ب بزاوية إنخفاض ٣٧° فكانت القراءة ٢,٨٧ متر ولما خفض المنظار حتى أصبحت الزاوية ٦٠° رصدت أسفل نقطة في القامة. فإذا كان إنحراف الخط من التاكيومتر إلى أ ٢٩٧° وإلى ب = ١١٧° فما مقدار أنحدار الطريق ب أ. البعد البؤرى للشيئية = ٢٥سم والمسافة بين شعرتي الأستيباديا = ٦ ملليمتر.

٢- البعد البؤرى لعدسة الشيئية فى منظار هو ٣٠ سم والمحور الرأسى للدوران فى منتصف المسافة بين الشيئية والبؤرة وضعت القامة على بعد ١٨٠متر من المحور الرأسى للجهاز وكان الجزء المقطوع بين شعرتي الأستاديا على القامة = ١,٧٧متر. ماهى المسافة بين شعرتى الأستاديا فى الجهاز.

٣- لإيجاد منسوب النقطة أ من النقطة ب المعلوم منسوبها وضع التيودوليت فوق نقطة جديدة جـ وأخذت القراءات الأتية على القامتين الموضوعتين رأسياً فوق أ ، ب فكانت :

القامة	الزاوية الرأسية	قراءة الشعرات (م)
أ	٢٩ ٩°	٢,٠٥، ١,٥٠، ٠,٩٤
ب	+٥٠ ٢٢°	١,٠٢، ٢,٠٠، ٢,٩٨

فإذا علم أن الجهاز به عدسة تحليلية والثابت التاكيومترى = ٥٠ وأن منسوب نقطة ب = ٣,٢٧ متراً. وأحسب منسوب نقطة أ.

٤- أخذت القراءات الآتية على قامة رأسية موضوعة عند نقطتين بواسطة جهاز تاكيومترى بغرض تعيين الثابت التاكيومترى والأضافى.

قراءات القامة	زاوية الأرتفاع	المسافة الأفقية
١,٦٢-٢,٣٦ - ٣,١١متر	صفرْ	١٥٠متر
٢,١٥-٣,١٥-٤,١٥متر	٧°	٢٠٠ متر

والمطلوب إيجاد قوانين الجهاز

المراجـــع

المراجع العربية

١- السـعيد رمضـان العشـرى ــ "المسـاحة المسـتوية" ــ دار الجـامعيين الإسكندرية ١٩٩٩
٢- رأفت حلمى "أسس المساحة" جامعة القاهرة ١٩٦٥
٣- سمير محمد يونس - محمد شيبون "المساحة الزراعيـة" الكتاب الجامعى كلية الزراعة جامعة الإسكندرية ١٩٩٦
٤- سمير محمد يونس - محمد شيبون - سمير محمد إسماعيل "المساحة الزراعية" الكتاب الجامعى كلية الزراعة جامعة الإسكندرية ١٩٨٧
٥- محمد فريد يوسف " المساحة الهندسية " دار المطبوعات الجديدة اسكندرية
٦- محمود حسنى عبد الرحيم ـ محمد رشاد الدين مصطفى ـ محمد نجيب على شكرى ـ "المساحة الهندسية " منشأة المعارف بالأسكندرية ١٩٩١
٧- محمود حسنى عبد الرحيم مبادئ المساحة المستوية والطبوغرافية ـ منشأة المعارف بالأسكندرية ١٩٨٧.
٨- محمود حسنى عبد الرحيم ـ محمد رشاد الدين مصطفى ــ المساحة التفصيلية والطبوغرافية ـ دار الراتب الجامعية ـ بيروت ١٩٨٥.

المراجع الأجنبية:

- Fryer, J.G., H.E. Micheal. R.C Brinkn and paul R. wolf "Elementary Surveying "Seventh edition Happer and Row, New Tork 1978.
- Kissan Phillip "Surveying Practice" Mc Graw Hill, New York 1971.
- Moffit, Francis H. and Harry Bounchard "Surveying", Sixth edition, Intext Educational Publisher, New York 1975.
- Schmidt, Milton and william Horace Rayner "Fundamentals of surveying" Second edition. D. van Nostrand company New York 1978.

فهرس

- مقدمه ٣

- الباب الأول : المساحة بالجنزير ٧

- الباب الثـانى: مقاييس الرسم ٥٣

- الباب الثـالث: الخرائط المساحية ٦٥

- الباب الرابـع: المساحة بالبوصلة ٩٧

- الباب الخامس: حساب المساحات وتقسيم الأراضى ١٥٩

- الباب السادس: المساحة بالتيودوليت واللوحة المستوية ١٢٩

- الباب الســابع: قياس المناسيب ٢٠٧

- الباب الثـامن: حسابات مكعبات الحفر والردم ٢٥٣

- الباب التاسـع: المساحة التاكيومترية ٢٨١

بحمد الله تم

الناشـر

مكتبة بستان المعرفة

لطبع ونشر وتوزيع الكتب